

Jorma-Juhani Keinänen

As. Oy Mäntylä
25 v tilannekatsaus

Opinnäytetyö
Talotekniikan koulutusohjelma


Toukokuu 2011




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences		Opinnäytetyön päivämäärä 07.05.2011	
Tekijä(t) Keinänen Jorma-Juhani		Koulutusohjelma ja suuntautuminen Talotekniikan koulutusohjelma LVI-tekniikan suuntautumisvaihtoehto	
Nimeke Matalaenergiaprojektin tilannekatsaus 25-vuotispäivän jälkeen).			
Tiivistelmä <p>Työn tavoitteena oli matalaenergiaprojektin tuloksena rakennetun pienkerrostalokompleksin lämmitysenergian tarpeen tarkistaminen, sekä ilmanvaihdon ilmamäärien saattaminen nykynormien edellyttämään tilaan. Samassa yhteydessä tarkistettiin myös lämmitysjärjestelmän putkistomitoitus. Työssä hyödynnettiin monivuotisen kulutusseurannan muodostamia tilastotietoja, olemassa olevaa, mitattua ja laskennallista lähtötietoa.</p> <p>Lisäksi tarkistettiin olemassa olevan laskennallisen lähtötiedon paikkansa pitävyys. Todennettiin mahdolliset virheet / puutteet jo tehdyissä peruskorjauksissa.</p> <p>Laskennallisen todistelun jälkeen esitetään ratkaisumalleja kriteereineen helpottamaan yhtiön hallinnon ja teknisen isännöinnin päätöksentekoa saneeraustoimenpiteiden tullessa ajankohtaisiksi.</p> <p>Tässä yhteydessä koko taloyhtiön lämmöntarve tulee tarkistettua huoneisto- ja huonekohtaisesti. Lisäksi tulevat tarvittavat vesi- ja ilmavirrat määritetyiksi ja pystytään tarjoamaan numeerinen lähtötieto tekniselle isännöinnille mahdollisesti tarvittavien korjaavien säätöjen suorittamiseksi.</p> <p>Suoritettujen laskennan tulosten perusteella tulevaisuudessa suoritettavat korjaus- ja säätötoimenpiteet tekevät mahdollisiksi huomattavat taloudelliset säästöt kiinteistöjen ylläpito- ja käyttömenoissa.</p> <p>Päätösten teko pelkästään hintavertailun perusteella ei takaa kiinteistöhuollon kipeästi kaipaamaa jatkuvuutta ja pitkäjänteisyyttä. Huoltotoimenpiteiden tulisi olla suunniteltuja ja saneeraustarpeet tulisi pystyä ennakoimaan riittävän ajoissa. ”Kädestä suuhun toiminnasta” syntyy vaikeasti korjattavaa jättämää.</p>			
Asiasanat (avainsanat) rivitalo, lämmöntarve, matalaenergia, normit, vesivirrat, ratkaisumallit, säädöt			
Sivumäärä 28 + 32		Kieli suomi	
		URN	
Huomautus (huomautukset liitteistä)			
Ohjaavan opettajan nimi Pertti Lehtikainen		Opinnäytetyön toimeksiantaja	

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 07.05.2011	
Author(s) Keinänen Jorma-Juhani		Degree programme and option Technical and Transportation Engineering Building services engineering	
Name of the bachelor's thesis Close-up of a one low-energy project - situation twentyfive years afterwards.			
Abstract <p>The main purpose of this project was to build a model for a piping system of a 20-year old terraced house consisting of 52 apartments to help technical representatives in fitting the HPV-system to suit valid norms and instructions.</p> <p>This was done by means of analysing the data available. Also a recalculation of the complex thermal need of the heating system was done to make sure the reliability of data used in measuring the pipe and ventilation systems.</p> <p>As a result I present a set of solutions to persons responsible in making decisions to help them in taking the next steps to start rebuilding the heat, pipe and ventilation system as well as nominal values for different amounts of water and air flow.</p> <p>The amount of the total thermal need was calculated both per flat and for the whole complex. I also calculated amounts of (values for) thermal water flow at adjustment valves and nominal flow for the exhaust air elements as well as their pre-settings. These values will make the live of technical service representatives much easier in need of adjustment or calibration of the thermal system and will give, as all values of flow shall be ideal, significant savings.</p> <p>Making decisions lying barely in price comparison doesn't make sure that the need of continuation for building services is fitted in the long run. Welfare measures should be premeditated and the need of renovation should be predictable. "Act as needed" - behaviour causes difficultly correctable leak.</p>			
Subject headings, (keywords) a terraced house, the demand of heat, low energy, valid norms, amount of heating water and exhaust air, pattern of solutions, values for system adjustment and calibration			
Pages 28 + 32		Language finnish	
URN			
Remarks, notes on appendices			
Tutor Pertti Lehtikainen		Bachelor's thesis assigned by	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	JÄRJESTELMÄN RAKENNE	3
3	LÄHTÖTIEDOT	5
4	TEORIAA	6
5	LÄMMÖNTARPEEN TARKASTELU	8
5.1	Rakenteiden U-arvojen määrittäminen	8
5.2	Ilmanvaihtotarpeen määrittäminen	8
6	Lämmitystehontarpeen määrittäminen	10
6.1	Vuotoilman tehontarve	11
6.2	Ilmanvaihdon tehontarve	11
6.3	Lämpimän käyttöveden tehontarve	12
6.4	Painehäviötarkastelu	14
6.5	Siirtohäviöt	16
6.6	Muut häviöt	16
7	Yhteenveto	17
8	Muutosehdotukset	20
	LÄHTEET	23
	LIIITEET	

Käytetyt lyhenteet

Φ_{vvi}	vuotoilman vaatima lämpöteho, kW
q_{mvi}	vuotoilman massavirta, kg/s
q_{vvi}	vuotoilman tilavuusvirta, m ³ /s
Φ_{vvi}	poistoilman vaatima lämpöteho, kW
q_{miv}	poistoilman massavirta, kg/s
q_{viv}	poistoilman tilavuusvirta, m ³ /s
ρ	väliaineen tiheys, kg/m ³
c_p	väliaineen ominaislämpökapasiteetti, J/kg K
t_h	huoneiston lämpötila, °C
t_u	ulkoilman lämpötila, °C
Φ_j	johtumishäviöiden vaatima lämpöteho, kW
Φ_{jm}	–”– –”– lämpöteho maapohjaan, kW
Φ_{jv}	ilmanvaihdon vaatima lämpöteho, kW
Φ_{lv}	vedenlämmityksen vaatima lämpöteho, kW
q_{vlkv}	lämpimänkäyttöveden tilavuusvirta, dm ³ /s
Φ_{vlv}	huonepattereiden vaatima lämpöteho, kW
q_{vlv}	lämmitysveden tilavuusvirta, dm ³ /s

1 JOHDANTO

Vuonna 1981 rakennettujen As Oy Mäntylän rivitalojen suunnittelussa oli todennäköisesti käytettävissä ajan paras tietotaito ja osaaminen. Rakentajakin oli tunnettu. Valittavaa on, ettei ajankohta ollut suopea rakentamiselle tämän päivän hengessä. Suurten ja nopeitten voittojen kahminnassa määrä korvaa valitettavan useasti laadun ja pieni ihminen toiveineen, yksilöllisine tarpeineen ja ongelmineen jää yksin; lähinnä maksajan rooliin.

Alueen useasta kiinteistöyhtiöstä koostuva yhteisö olikin hyvin otollinen miljöölle usealle rakennuttajalle testata niin erityyppisiä konstruktioita ja rakennusmenetelmiä kuin myös aliurakoitsijoita ja hakea maksimaalista tehokkuutta kustannuksia optimoiden. Kyseisessä ilmapiirissä uusien innovaatioiden kehittäminen, niiden käyttöönotosta puhumattakaan, on kuitenkin tavallista riskialttiimpaa ja saattaa vuosien kuluessa johtaa hyvinkin kalliisiin peruskorjaustoimenpiteisiin tulevien asukkaiden (tässä osakkaiden) kustannuksella.

Kokonaisuutena alueelle muodostuneen neljän eri taloyhtiön kokonaisuus edustaa kyseisen vuosikymmenen arkkitehtonista suuntausta. Laajemmin kyseisen asuinalueen syntyhistoriaa saattaa olla arkistoituna myös kyseisen matalalämpöprojektin suunnitteluun ja toteutukseen myötävaikuttaneissa Lappeenrannan tekniikan alan oppilaitoksissa.

Opinnäytteessä tullaan perehtymään vallinneesta problematiikasta aiheutuneisiin monimuotoisiin ongelmiin, joista ei voitane syyttää pelkästään suunnittelijoita; kaikkeenhan ei voi (tai ainakaan taloudellisesti ole kannattavaa) suunnittelupöydällä varautua, vaan olemassa on oltava joitakin luotettavia perusolettamuksia, joiden varaan suunnittelija joutuu valintojaan rakentamaan. Tässä yhteydessä tarkoitan näillä olettamuksilla rakentamisen toteuttamista suunnitelmien mukaisena aina perustusten täytöstä räystäspellytyksiin saakka, ilman laiminlyöntejä tai eri rakenteiden ominaisuuksia oleellisesti heikentäviä muutoksia.

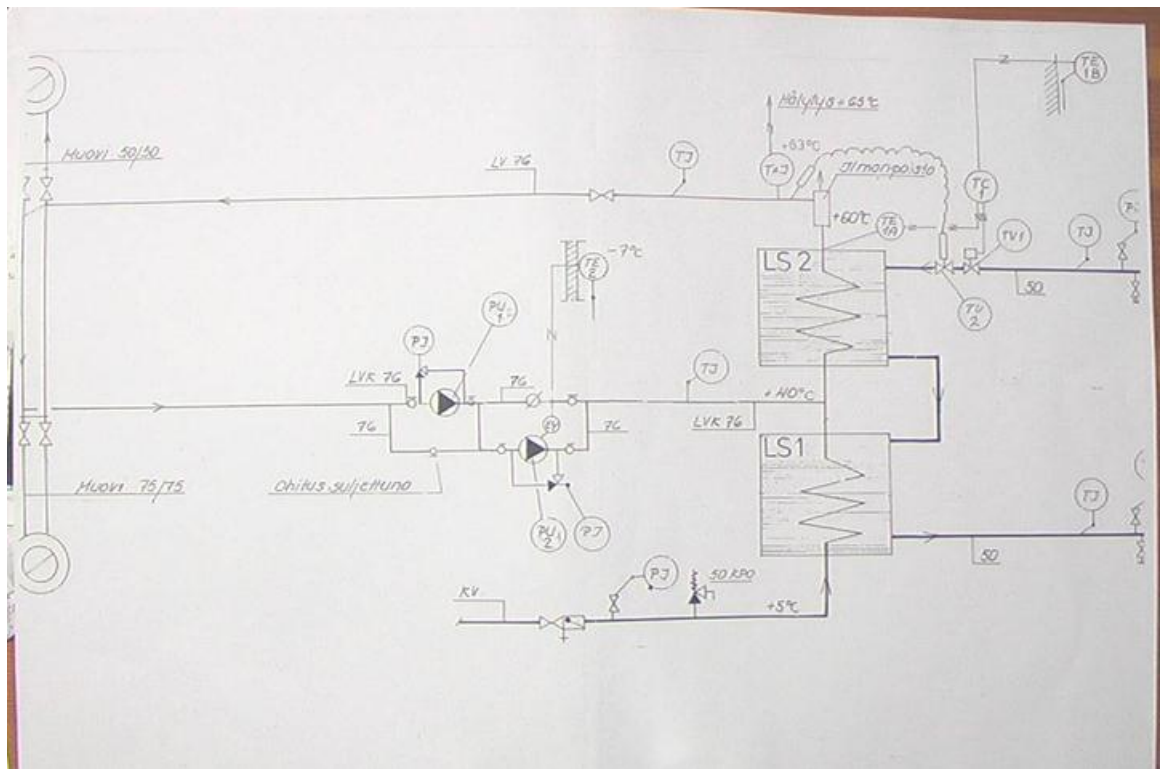
Ensivaiheessa pyrkimyksenä on tarkistaa nykytietämyksen mukainen lämmöntarve kiinteistössä ja verrata saatavia vesivirtoja alkuperäisen suunnitelman vastaaviin sekä pyrkiä kartoittamaan mahdollisten eroavaisuuksien aiheuttajat.

Toisaalta projektissa tullaan tarkastelemaan valittujen ratkaisujen kelpoisuutta nykyisten viihtyisyyskriteereiden ja rakentamismääräysten perusteella sekä tarjoamaan vaihtoehtoja helpottamaan päätöksentekoa tulevien saneeraustoimenpiteiden tullessa ajankohtaisiksi.

Kiitos projektin valmistumisesta kuuluu yhtä lailla taloyhtiön asukkaille, jotka ripein palauttein saivat kiinnostuksen asiaan heräämään, kuin tekniselle isännöinnille, eri järjestelmätoimittajien jälkimarkkinointiväelle ja paikallisille alan toimijoille. Suurin kiitos kuitenkin kuuluu kaikille projektin avustajina toimineille allekirjoittaneen käyttämien perinteisten ”päästä seinään” –tutkimusmetodien käyttöä kohtaan osoittamasta myönteisyydestä, kärsivällisyydestä opastuksessa, sekä osoitetusta laaja-alaisesta tuesta (kotijoukkojen pitkäkestoisia koettelemuksia unohtamatta).

2 JÄRJESTELMÄN RAKENNE

Teknisesti järjestelmä edustaa oloissamme harvinaista avointa kolmiputkijärjestelmää, jossa lämmin käyttövesi otetaan huoneistokohtaisesti lämmityspatteriverkon kiertopiiristä. Kylmälle käyttövedelle on luonnollisesti oma (kolmas) putkensa. Lämpimän käyttöveden- / lämmityspiirin tarvitseman lisävedensyöttö suoritetaan taloyhtiön huoltorakennuksessa sijaitsevan lämmönjakohuoneeseen sijoitetun kaksiportaisen lämmönvaihtimen (KUVA 1) läpi. Kiertopiiriin vaatima pumppausteho tuotetaan kahdella keskipakopumpulla, joista toinen kytkeytyy sarjaan ulkolämpötilaohjattuna.

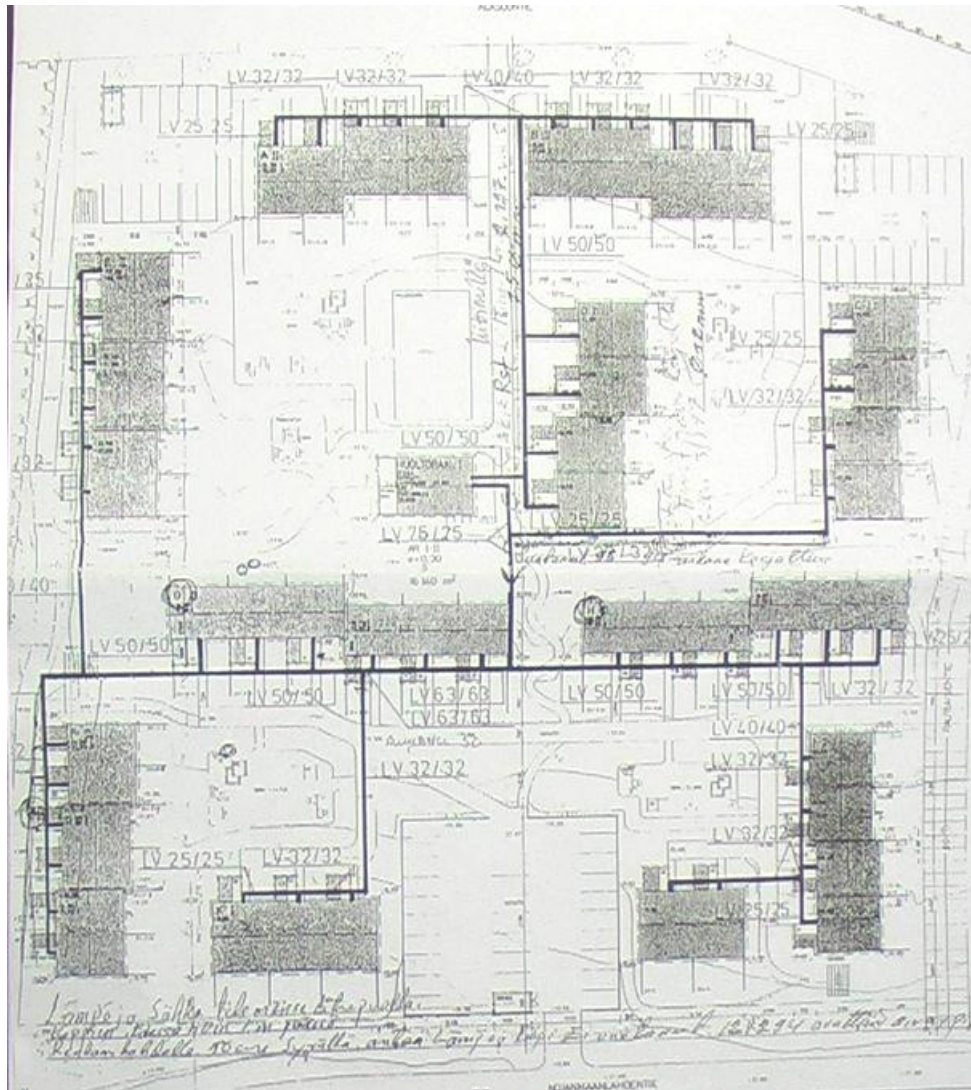


KUVA 1. Toimintakaavio

Järjestelmän kantavana ajatuksena lienee saavutettava materiaalisäästö: lämpimään käyttövesipiiriin ei tarvita erillistä kiertojohtoa, mutta tässä kyseisessä tapauksessa käytävissä olevasta lämpötilaerosta aiheutuu mitoituksen eri reunaehtojen huomioinnin myötä aivan riittävästi muuta päänvaivaa.

Vertailevana tietona hyödynnettävissä oleva kulutustieto (Liite 13) on kerätty vuosien saatossa yhtiön talonmiehen toimesta. Lämmöntarvelaskennan tarkistus suoritetaan nykyisen tietämyksemme mukaisesti.

Käytetyistä pattereista (joita ei enää valmisteta) johtuen joudun oletamaan, että ky-
seinen radiaattorilämmönsiirrin on ollut riittävän tehoinen olemassa olevien rakennus-
neliöiden lämmittämiseen ja muodostaa ainoan merkittävän virtausteknisen kertavas-
tuksensa patteriventtiilissään.



KUVA 2. Huoneistojen alueellinen sijoittuminen ja LV:n jako-/kiertojohtoreitit.

Ylinnä vasemmalla talo A, jonka ”peilikuva” oikealla on talo B. Vasemmalta lukien talot E, huoltorakennus, talo D ja talo C. Poikittain keskellä vasemmalla talo G ja tämän peilikuva talo H. Vasemmalta alhaalta talo F, talo K, talo J ja talo I. Kaikki tiet ovat kestopäällystettyjä, paitsi kuvan alareunan pysäköintialueelta (alhaalla keskellä) lähtevä G- ja H-talojen välistä kiemurteleva polku. Karttapohjoinen vasemmalla.

3 LÄHTÖTIEDOT

Suunnittelu- ja rakennusaikana ovat olleet voimassa 27. päivänä lokakuuta 1978 annetut rakennusten energiataloutta koskeneet määräykset ja ohjeet /5, s.28-29/. Mitoittavat lämpötilat ovat v.1981 olleet $t_u = -29\text{ C}$ ja $t_s = 20\text{ C}$. Maaperän mitoituskeskilämpötila on ollut 4 astetta. Käyttöveden osalta ehtoja asettavat terveydelliset raja-arvot niin lämpimän, kuin kylmänkin käyttöveden lämpötilojen osalta. Poistoilmamäärien minimiarvona huonetilavuuden täytyy vaihtua kerran kahdessa tunnissa.

Nykyiset ohjeet ja määräykset tarkentavat edellä esitettyä lähinnä mitoittavien lämpötilojen /2, s. 5 Taulukko 1 ja Taulukko 2/ ja ohjeellisten poistoilmavirtaamien osalta. /2, s.21 Liite 1, Taulukko1/

TAULUKKO 1. Huoneistojen esiintymät, pinta-alat ja LV-tilavuusvirrat.

talo	huoneisto	kpl	yhteensä	pinta-ala	syöttöjohto	[l/h] q_{v1981}	[l/h] q_{v2000}	[l/h] q_{v2005}
A	4h+k+s	2	2	89,5	LV50/50	250	330	414
	3h+k+s	3	3	82,5	-''-	220	290	332
B	4h+k+s	2	4	89,5	-''-	250	330	414
	3h+kh+s	4	7	82,5	-''-	220	290	332
D	2h+k+s	4	4	59,0	-''-	180	240	412/336
C	2h+k+s	2	6	59,0	LV75/75	180	240	412/336
E	4h+k+s	2	6	89,5	-''-	300	400	414
	3h+k+s	4	11	82,5	-''-	270	360	317
F	3h+k+s	2	13	82,5	-''-	260	350	390
	3h+k+s	2	4	81,5	-''-	250	330	324
G	3h+k+s	6	10	81,5	-''-	250	330	338/369
H	3h+k+s	6	16	81,5	-''-	230	310	338/369
I	2h+k+s	4	12	59,0	-''-	200	270	412/336
J	2k+k+s	2	14	59,0	-''-	200	270	412
K	2h+k+s	3	17	59,0	-''-	200	270	412/336
P	pesula			66,0	-''-	-	-	407
			52					

q_{v1981} = patteriverkoston alkuperäinen mitoitusvirtaama, q_{v2000} = alkuperäinen mitoitusvirtaama lisättynä minimipoistoilmavirran aiheuttamalla 35% lämpömääräntarpeen lisäyksellä (liesikupujen poistomurit pakko- kytkettiin v. 2000) ja q_{v2005} = virtaama nykynormien mukaisilla tehomitoituksilla ja voimassaolevilla minimipoistoilmavirroilla (kaksin arvoin ilmoitetuissa päätyhuoneistoilla suuremmat / välihuoneistoissa pienemmät mitoitusvirtaamat)

4 TEORIAA

Laskennallinen ulkoilmavirta tulisi määrittää seuraavasti (RakMK D2 s.21, Taulukko 1, Asuinrakennukset) Esimerkkinä 3h + k + s huoneiston pinta-ala 82.5 m^2

=> tilavuus 2.5 m:n huonekorkeudella 206 m^3 => tällöin $\frac{1}{2}$ ilmanvaihto tunnissa olisi $103 \text{ m}^3/\text{h} = 28.6 \text{ dm}^3/\text{s}$ (RakMK:n edellyttämä minimi-ilmamäärä).

Koska huoneistoissa ilma vaihtuu liesikuvun ohjaaman huippuimurin välityksellä, tulee varmistaa poistoilmavirtamäärän normien mukaisuus. Huomioitu huoneistokoh-tainen tehostusmahdollisuus, jolloin KPH:n virtaamaksi $10 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja WC puolestaan $7 \text{ dm}^3/\text{s}$ (normien määrittämät poistoilmavirran tehostamattomat minimiarvot).

Ilmanvaihtokerrointa määritettäessä saunan osuutta ei kuitenkaan huomioida mikäli tuloilmamäärä on yhtä suuri. Kyseisessä tapauksessa rakennus jää varmasti alipainei-seksi (ei ole tuloilmapuhallinta). Tämän lisäksi tulee varmistaa normien täyttyminen myös tuloilmamäärien osalla.

TAULUKKO 2. Poistoilmaelinten (KS-100) tehostamattomat virtaamat

sijainti	D2 mukaan [dm^3/s]
WC 1, KH (WC 2)	-7
VH 1, VH 2	-3
SAUNA	-6
Liesikupu	-8

Rakennusten seinärakenteet edustavat eristyskyvyltään ylempää keskiluokkaa. Tehon tarve lämmitettävää tilavuuskuutiometriä kohti jää rivitalojen tilastollisen alarajan alapuolelle. Lämpöenergian kulutusluokka C muissa paitsi 2h + k + s huoneistoissa (Energialuokan määrittäminen ET-luvun mukaan A. 19.6.2007/765).

Putkistojen painehäviötarkastelussa on pidettävä yleisohjeena, ettei kitkavastuksesta aiheutuva painehäviö ylitä 50 Pa/m , eikä virtausnopeus muoviputkella arvoa 1.5 m/s . Huomioitavaa on, että huoneistojen jakokaapit on kalustettu kupariputkella, jolle sallit-taan ainoastaan 0.5 m/s virtausnopeus.

Yleensä kalusteen painehäviö 0.2 dm³/s normivirtaamalla liikkuu 130-160 kPa välillä. RakMK:ssa toisaalta määritetään virtaaman miniarvoksi 75 % ja puolestaan 150 % maksimiarvoksi kalusteen nimellisvirtaamasta (valmistajan käyrästä käyttöpaineen ala- ja ylärajat). Mikäli arvo ylitetään, tarvitaan paineenalennusventtiili ja ellei miniarvoa saavuteta, tarvitaan paineenkorotuslaitos..

5 LÄMMÖNTARPEEN TARKASTELU

5.1 Rakenteiden U-arvojen määrittäminen

Määrittäminen suoritettiin Dof -lämpöohjelman /1/ esittelyversiolla säilyneiden rakennekuvausten ja -piirustusten antamin lähtötiedoin. Rajoituksistaan huolimatta helppotti ohjelmiston käyttö U-arvojen määrittäystä huomattavasti. Ainoat arvioitaviksi jääneet rakenneosat olivat ulko-ovet, joista ei ollut saatavilla tarkempaa tietoa, joten ne arvioitiin eristys ominaisuuksiltaan tarkoituksella ”riittävän” heikoiksi. Sekä parveke-ovista että ikkunoista tiedot saatiin suoraan valmistajalta Domus-ikkunoista (Metsäpuu ky v.1981 saakka). Paikanpäällä ”pitkästä tavarasta” rakennetut puiset ulkoseinät saivat vastoin oletuksiani yllättävän hyvät U-arvot; yllättävää oli myös valittujen ikkunoiden korkea laatu ja lämmöneristyskyky. Rakenteiden U-arvojen määrittäminen tuloksineen esitetään liitteissä (liitteet 3 – 9).

5.2 Ilmanvaihtotarpeen määrittäminen

Huoneistokohtainen poistoilmanvaihto on toteutettu siirtoilmoin saunan tuloilmaventtiilin, keittiön liesikuvun, sekä kahden WC:n ja kahden vaatehuoneen kattoihin sijoitettujen poistoilmaventtiilien (Fläkt KS-100) avulla. Ainoa olemassa oleva tuloilmaelin sijoittuu saunan lattianrajaan. Todellisuudessa valtaosa tuloilmatarpeesta tyydytynee ohivuotoina ovi- ja ikkunatiivisteistä.

Nykynormien mukaisesti saataisiin minimi tuloilman tarpeeksi:

$$2h \text{ MH}(+12 \text{ l/s}) + 1h \text{ MH}(+6 \text{ l/s}) + \text{OH}(+12 \text{ l/s}) = 30 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Poistoilman minimimäärä oli vastaavasti:

$$2 \cdot \text{VH}(-3 \text{ l/s}) + \text{KH}(-15 \text{ l/s}) + \text{K}(-8 \text{ l/s}) + \text{WC}(-10 \text{ l/s}) = -39 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Poistoilmamäärä on tässä määräävä kriteeri, joten tuloilmamäärä tulisi korottaa arvoon $35 \text{ dm}^3/\text{s}$, jotta päästäisiin RakMK D2 määritettyyn alle 30 Pa alipainesuositukseen.

Toisaalta käytettävissä olevaa huoneistokohtaista tehostusmahdollisuutta hyödyntäen:

$$2*VH(-3 \text{ l/s}) + KH(-10 \text{ l/s}) + K(-8 \text{ l/s}) + WC(-7 \text{ l/s}) = 31 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Tällöin ilmamäärien suhteen käytetyllä 90% säännöllä saataisiin 28 dm³/s tuloilmamäärä. Tämä mielestäni olikin riittävä, mikäli huoneistossa asuu 2 aikuista ja 2 lasta. Tämä minimi-ilmamäärä tulisi siis säätää liesikuvun säätimen minimiarvolla toteutuvaksi.

Löylyhuoneen poistoilmaelin pidetään normaalisti suljettuna, mutta voidaan tarvittaessa avata vetonupilla käytön ajaksi. Mittaus suoritettiin 3h+k+s huoneistossa asettamalla poistoilmaelimet puhaltimen (MUH-JPFF) miniminimellisvirtaaman (30 dm³/s) mukaisesti asetuksiin 10 dm³/s (WC/KH) ja 5 dm³/s (2*VH). Kyseinen poistoilmaelin (KSO-100) saa tällöin valmistajan käyrästä perustella asetusarvoksi 0 (10 dm³/s) ja -5 (5 dm³/s). Venttiilien asetukset tarkastettiin ja korjattiin (mikäli tarpeen). Seuraavaksi mitattiin painehäviö ja kirjattiin tulokset, joiden todettiin vastaavan haluttuja. Todennäköisesti mitoitus olikin alun perin tehty edellä esitetyin perustein ja poistoilmaelinten asetusarvot olivat em .käyrästä valitut. Seuraavassa vaiheessa tukittiin liesituulettimen rasvasuodatin pujoittamalla se muovipussin sisään ennen takaisin paikoilleen asennusta ja toistettiin mittaus. Tulosten välinen ero ilmamäärissä kertoo liesikuvun läpi vuotavan ilman määrän venttiilin ollessa suljettuna. Lopuksi tarkistettiin virtaamat vielä kerran rasvasuodatin paketoimattomana ja kuvun venttiili avattuna. Mittauksista voidaan todeta, ettei nykynormin mukainen keittiön -8 l/s mini-poisto toteudu. Samoin saunan poistoilma jää arvoon - 3 l/s; toisaalta voitaneen olettaa tuloilmaa tulevan riittävästi.

TAULUKKO 3. Poistoilmaelinten (KS-100) tehostamattomat virtaamat

sijainti	asetusarvo [mm]	painehäviö [Pa]	virtaama [dm ³ /s]	D2 mukaan [dm ³ /s]
WC 1, KH (WC 2)	0	33	-7	-7
VH 1, VH 2	-6	14	-3	-3
SAUNA	-10 (minimi)	23	-3	-6
Liesikupu	kiinni	-	-4 (*)	-
-”-	avattuna	-	-6 (*)	-8

6 Lämmitystehontarpeen määrittäminen

Mitoituksen perustana ovat olemassa olevien rakennekuvausten ja –piirustusten mukaisesti määritellyt U-arvot, nykytiedon mukaiset 1981 vallinneet mitoituslämpötilat, vuotoilmavirrat ja kyseisen ajan minimi poistoilmavirta. Vertailun vuoksi suoritetaan laskenta myös nykynormien /6/ mukaisena jotta välttyttäisiin yllätyksiltä mahdollisten saneeraustarpeiden tullessa ajankohtaisiksi. Mahdollisuuksien mukaan tämä voitaisiin tarkistaa myös jonkin nykyään käytettävän ajanmukaisen mitoitusohjelma avulla.

Ainoat, pakon edessä hyväksyttäväksi tulevat olettamukset ovat että 1981 tehdyn LVI-suunnitelman mukaisesti valitut huoneistokohtaiset lämmönluvuttimet (Fincoil FEK cu-al 10 bar) ovat mitoitettut tehoiltaan riittäviksi ja verkosto on kunkin huoneiston osalta säädetty asianmukaisesti. (Tietoja luvuttimista en onnistunut löytämään)

Tehontarpeen mitoituksessa oheislämmöt jätetään huomioimatta. Rakennuksissa on huoneistokohtaisesti säädettävä huippuimuri, jota ohjataan liesikuvun säätimillä. Ilmastointia huoneistoissa ei ole, asukkaiden kokemuksen mukaan on sen tarvekin tähän asti ollut pääasiallisesti satunnaista ja minimaalista. Laskennallisessa tarkastelussa voidaan todeta rakennuksen seinä rakenteiden sijoittuvan eristyskyvyltään ylempää keskiluokkaan, sillä tehon tarve lämmitettävää tilavuuskuutiometriä kohti jää pääosin rivitalojen tilastollisen alarajan alapuolelle, kerrostalojen alarajan tuntumaan (Lämpöenergian kulutusluokka C kaikissa muissa paitsi 2h+h+s huoneistoissa).

Rakennusten U-arvojen ja poistoilmavirtojen selvittämisen jälkeen olikin edessä pelkkää laskentatyötä. Julkisivujen osalla U-arvojen laskennallinen tarkistus kohotti lämmön hukkaa hieman rakenteen kylmäsilloista johtuen. Huoneistojen päätyjen osittainen limitys aiheutti lisätyötä, sillä huoneistoja ei voinut ihan suoraan monistaa, vaan laskettavaksi tullia useampia variantteja riittävän tarkkuuden saavuttamiseksi. Myös lämmön johtuminen maahan määritettiin U-arvojen avulla laskennallisesti. Tarvittavaa tehoa tarkasteltiin myös nykymääräysten mukaisin mitoituskertoimin (Liitteet 10 ja 11). Huoneistokohtaisen lämmityksen tehontarve koostuu johtumishäviöistä, vuotoilmanvaihdosta, huoneistokohtaisesta raitisilmamäärän ja lämpimän käyttöveden lämmittämisestä. Raitisilmamäärä puolestaan riippuu poistopuhaltimen tehostamattomasta poistoilmamäärästä ko. huoneiston poistoilmaelimillä.

6.1 Vuotoilman tehontarve

Vuotoilmanvaihtoon kuluvan tehon (Φ_{vi}) tarve määritetään kaavan (1) mukaan (v.1981) laskentakriteereillä, sekä verrattuna nykynormeihin (v.2005)

$$\Phi_{vi} = \rho_i c_{pi} q_{vi} \Delta t \quad (1)$$

$$\Phi_{vi} = 1.2 \text{ kg/m}^3 \times 1.0 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times (22 - (-29))^\circ\text{C} q_{vvi} = 61.2 \text{ kJ/m}^3 \times q_{vvi} \text{ (v.1981)}$$

$$\Phi_{vi} = 1.2 \text{ kg/m}^3 \times 1.0 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times (22 - (-32))^\circ\text{C} q_{vvi} = 64.8 \text{ kJ/m}^3 \times q_{vvi} \text{ (v.2005)}$$

joissa ρ_i on ilman tiheys, c_{pi} on ilmanominaislämpökapasiteetti, q_{vi} on rakenteiden läpi vuotavan ilmantilavuus ja Δt on lämmitettävän ulkoilman ja sisäilman välinen lämpötilaero.

Häviöön kuluvan tehon osuus kokonaislämmöntarpeesta vaikuttaa realistiselta.

6.2 Ilmanvaihdon tehontarve

Poistoilmanvaihdon tuloilmamäärää vastaavan lämmitettävän ulkoilmamäärän tehontarve (Φ_{iv}) määritellään edellisen laskukaavan mukaan 1981 ja 2005 kriteereillä.

$$\Phi_{iv} = \rho_i c_{pi} q_{viv} \Delta t \quad (2)$$

$$\Phi_{iv} = 1.2 \text{ kg/m}^3 \times 1.0 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times (22 - (-29))^\circ\text{C} q_{viv} = 61.2 \text{ kJ/m}^3 \times q_{viv}$$

$$\Phi_{iv} = 61.2 \text{ kJ/m}^3 \times 0.0226 \text{ m}^3/\text{s} = 1.383 \text{ kW} \text{ (3h+k+s huoneistossa (1981))}$$

$$\Phi_{iv} = 1.2 \text{ kg/m}^3 \times 1.0 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times (22 - (-32))^\circ\text{C} q_{viv} = 64.8 \text{ kJ/m}^3 \times q_{viv}$$

$$\Phi_{iv} = 64.8 \text{ kJ/m}^3 \times 0.0226 \text{ m}^3/\text{s} = 1.464 \text{ kW} \text{ (3h+k+s huoneistossa (2005))}$$

joissa ρ_i on ilman tiheys, c_{pi} on ilmanominaislämpökapasiteetti, q_{viv} on ilmanvaihtoon tarvittavan lämmitettävän ulkoilman ilmantilavuus ja Δt on lämmitettävän ulkoilman ja sisäilman välinen lämpötilaero.

Ilmanvaihtoon kuluvan tehon osuus kokonaislämmöntarpeesta vaikuttaa suurusluokaltaan realistiselta. Toisaalta huoneiston ilman tulisi vallitsevien normien mukaan vaihtua kerran kahdessa tunnissa.

$$\Phi_{iv} = 61.2 \text{ kJ/m}^3 \times 0.0286 \text{ m}^3/\text{s} = 1.753 \text{ kW (3h+k+s huoneistossa 1981 mukaan)}$$

$$\Phi_{iv} = 64.8 \text{ kJ/m}^3 \times 0.0286 \text{ m}^3/\text{s} = 1.853 \text{ kW (3h+k+s huoneistossa 2005 mukaan)}$$

Tämä lienee mitoituksessa käytettävä minimi-ilmamäärä, jota tarvittaessa pystytään tehostamaan liesikuvun säätimellä. Tarkemmat laskelmat on esitetty tehontarpeen laskennassa huoneistokohtaisesti (Liite 11).

6.3 Lämpimän käyttöveden tehontarve

Käyttöveden osuuden laskemiseksi taulukoidaan seuraavaksi vesikalusteet:

TAULUKKO 4. Mitoitusvirtaamat (RakMK D1, s.11, taulukko 5).

tyyppi	kaluste	$q_N [l/s]$	mitoitus
4 h + k + s 6 huoneistoa	APA + APK	0.2	0.31
	PA	0.1	
	PA2	0.1	
	suihku	0.2	
	summa	0.6	
3 h + k + s 29 huoneistoa	APA + APK	0.2	0.31
	PA	0.1	
	PA2	0.1	
	suihku	0.2	
	summa	0.6	
2 h + k + s 17 huoneistoa	APA + APK	0.2	0.3
	PA	0.1	
	suihku	0.2	
	summa	0.5	

RakMK / D1 suosittaa käyttövedentarpeen laskentaperusteeksi:

$$q_{lv} = q_{N1} + \Theta \times (Q - Q_{N1}) + A \times V \sqrt{(q_m * \Theta)} \times \sqrt{Q - q_{N1}} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} q_{lv} &= 0.2 \text{ dm}^3/\text{s} + 0.015(11.2 \text{ dm}^3/\text{s} - 0.2 \text{ dm}^3/\text{s}) + \\ &3.1 \times \sqrt{0.2 \text{ dm}^3/\text{s} \times 0.15} \times \sqrt{11.2 \text{ dm}^3/\text{s} - 0.2 \text{ dm}^3/\text{s}} \\ &= 0.2 \text{ dm}^3/\text{s} + 0.165 \text{ dm}^3/\text{s} + 1.75 \text{ dm}^3/\text{s} = \mathbf{2.12 \text{ dm}^3/\text{s}} \end{aligned}$$

jossa q on todennäköinen virtaama eli mitoitusvirtaama [dm^3/s], q_{N1} on suurin normivirtaama, tässä $0.2 \text{ dm}^3/\text{s}$ (ei kylpyammetta), q_m on kyseisen venttiilin keskimääräinen virtaama [dm^3/s], Θ todennäköisyys, että q_m on käytössä huippukulutuksen aikana, Q liitettyjen vesipisteiden normivirtaamien summa [dm^3/s] ja A tekijä, joka ottaa huomioon kuinka usein mitoitusvirtaama q ylitetään (tässä epävarmuus $0.001 \Rightarrow A = 3.1$)

Kaava ei ota huomioon talvisin lisäksi tarvittavaa lämmitysvesivirtaa, joka tulee lisätä lämmitysvesivirtaamaan RakMK D1 mukaisena jatkuvana virtaamana, joka tässä tapauksessa siis se merkitsee $6.2 \text{ dm}^3/\text{s}$ (LV 75)- ja $2.1 \text{ dm}^3/\text{s}$ (LV50) – linjan mitoitusvirtaamaan.

Lämmönvaihtimen LV1(50-55) lämmittämän lämmitysveden määrä

$$q_{lvk} = 6.2 \text{ dm}^3/\text{s} + 2.1 \text{ dm}^3/\text{s} = 9.3 \text{ dm}^3/\text{s} = 33.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Lämmönvaihtimien LV1(50-55)+LV2(4-50) lämmittämän käyttöveden määrä

$$q_{lv} = 2.12 \text{ dm}^3/\text{s} = 7.6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\Phi_{lv} = \rho_v q_{lv} c_{pv} \Delta t$$

$$\Phi_{lv} = 1.0 \text{ kg/dm}^3 \times (4.2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times (50^\circ\text{C})) q_{lv} \text{ dm}^3/\text{s}$$

$$\Phi_{lv} = 210 \text{ J/dm}^3 \times 2.12 \text{ dm}^3/\text{s} = \mathbf{445 \text{ kW}}$$

joissa ρ_v on veden tiheys, c_{pv} on vedenominaislämpökapasiteetti, q_{lv} on lämmitettävän käyttöveden tilavuus ja Δt on lämmitettävän käyttöveden ja verkostoon syötettävän kylmänveden välinen lämpötilaero.

6.4 Painehäviötarkastelu

LV50 linjan painehäviö 30 kPa kokonaismitoitusvirtaamalla 2.6 dm³/s.

LV75 linjan painehäviö 142 kPa 4.9 dm³/s kokonaismitoitusvirtaamalla.

putkiston painehäviö lasketaan kaavalla

$$\Delta p = R l + Z = \left(\frac{\lambda}{d} \frac{1}{2} \rho v^2 \right) l + \sum \xi \frac{1}{2} \rho v^2 \quad (5)$$

jossa **R** on kitkavastuksen aiheuttama painehäviö [Pa/m] **l** mitoitettavan putkistosuuden pituus, **Z** kertavastus mitoitettavassa haarassa. Edelleen λ on lämmönjohtavuus, **d** on ainekerroksen paksuus, **p** on virtaavan nesteen tiheys, **v** on sen virtausnopeus, sekä $\sum \xi$ on mitoitettavan putkisto-osuuden kertavastusten summa. Kun kaava puretaan kitkavastuksiin ja kertavastuksiin, voidaan todeta sekä kitkavastuksen että kertavastuksen aiheuttaman painehäviön riippuvan veden lämpötilasta. Tässä $Z_{55}/Z_{70} = 0.985 \Rightarrow Z_{50} = 0.985 \times Z_{70}$, eli verkoston painehäviöt ovat 1.5 % taulukkoarvoja pienemmät. Johtokokojen tarkistus ja painehäviölaskelmat (liite 11).

Tilanteen tarkastelu suoritettiin sekä rakentamisajankohdan 1981 että vallitsevien 2005 normien mukaisesti lämmitys- ja käyttövesipiirien virtaamien perusteella. vertailuarvoina käytettävissä ovat 1981 huoneistokohtaiset LV-kiertovesivirrat.

Painehäviötarkastelussa yleisohjeena pidetään, ettei johtokoon kitkavastuksen aiheuttama painehäviö ylitä arvoa 50 Pa/m, eikä virtausnopeus muoviputkella arvoa 1.5 m/s. Huomioitavaa on, että huoneistojen jakokaapit on kalustettu kupariputkella, jolle suurin sallittu virtausnopeus on ainoastaan 0.5 m/s.

Alkuperäisen LVI-suunnitelman mukaisessa putkistomitoituksessa lienee käytetty taulukkomitoitustapaa (Oras, $\Delta t = 20$ K), sillä putkikoon muutokset vaikuttavat sopivan juuri taulukon tehoporrastuksiin. Putkikoot ovat olleet riittävät, mutteivät toisaalta taas liian ylimitoitettut, jotteivät virtausnopeudet putkistossa laskisi liian alas ja nopeuttaisivat haitallisten sakkaumien kertymistä alhaisten virtausnopeuksien putkiosuuksille lisäten verkoston painehäviötä ja aiheuttaen ennen pitkää tukoksia.

Laskennassa tarkastellaan ainoastaan lämpimän veden osuutta, sillä mielenkiinnon kohteena on juuri kyseinen verkoston osuus. Mitoitus on suoritettu putken valmistajan antaman suunnitteluohjeen perustella. Muut suositukset RakMK:n mukaisesti.

Dynaamisen paineen huomioiminen tämän kiertovesipatterijärjestelmän yhteydessä aiheutti asiantuntijapiireissä vilkasta keskustelua. Järjestelmällä todettiin olevan kaksi eri olotilaa. Tila olisi joko lämmin käyttövesiputki tai kaksiputkinen lämminvesipiiri. Putkilaskelmien perusteella voidaan päätellä, että käyttöveden virtaama on mitoituksen kannalta määräävä. Käytettävissä olevan paineen rajallisuuden vuoksi on mitoituksessa lähdettävä siitä, että putkisto mitoitetaan riittävän ”väljäksi”. On huolehdittava, ettei 50 Pa/m raja-arvo ylitä millään vaikeimman piirin osuudella.

Staattinen paine:

Lämmönjakohuoneen lattiataso on 88.80 m, vaikein kaluste (96.50 + 2.85 + 0.95)m (F-rakennuksen ylimmän huoneiston 1-krs:n lattiataso + 2-krs:n lattiataso + kalusteen korkeus) = 100.30 m ja vesitornin keskitaso palovaralla 130 m. joten käytettävissä on

$$p_{KÄYT.} = (130.00 - 88.80) \text{ m} \times 10 \text{ kPa/m} = 412 \text{ kPa} \quad (\text{paine LJ-huoneen lattiatasossa})$$

$$\Delta p_{st} = (130.00 - 100.30) \text{ m} \times 10 \text{ kPa/m} = 297 \text{ kPa} \quad (\text{paine vaikeimmalla kalusteella})$$

$$p = p_{st} - \Sigma \Delta p \quad (6)$$

$$\Delta p = \Delta p_{\lambda} + \Delta p_{\xi} = R l + z \quad (\text{laskelmat liite 11})$$

$$= 297 - (\text{vesimittari} + \text{lämmönvaihdin} + \text{moottoriventtiili} + \text{vaikein linja})$$

$$= 297 \text{ kPa} - (0.8 + 30 + 30 + 144) \text{ kPa} = 92.2 \text{ kPa} (<< 160 \text{ kPa})$$

virtaama jää alle 75 % kalusteen nimellisestä virtaamasta (tässä n. 63 %)

Huomattavaa on että käytettävissä oleva paine ei riitä 160 kPa:n suihkusekoittimelle kyseisellä putkikoolla. Näennäisesti kumpikaan yksittäinen tapaus ei mitoituksellisesti ylitä aseteltuja raja-arvoja. Mistä tilanne johtuu? Järjestelmän kahden eri olomuodon tarkastelu on johtanut harhaan. Tarkasteltavana oleva käyttövesipatteriverkosto ei sitten olekaan olemukseltaan joko suljettu patteriverkosto tai avoin käyttövesi-verkosto,

vaan molempia samanaikaisesti ja siksi putkiston mitoittaminen ei ”joko - tai”-periaatteella onnistu.

6.5 Siirtohäviöt

Käytettyjen putkielementtien rakenteiden läpi maahan johtuvasta lämmöstä aiheutuvat häviöt esitetään seuraavassa (TAULUKKO 5).

$$\Delta t = ((\frac{1}{2} \times (60 + 40)) - 4) K = 46 K \Rightarrow \text{valmistajan käyrästä}$$

TAULUKKO 5. Johtumishäviö maahan eri putkiko’oilla

ecoflex twin		ecoflex single	
putkikoko	W/m	putkikoko	W/m
2 x 25	8	25	13
2 x 32	12	32, 40	15
2 x 40, 50	16	50	18
		63	21
		75	22
koko / määrä	W	koko / määrä	W
25 / 500	4000	75 / 2x30	22 x 60 = 1320
32 / 240	7680		
40 / 50	800		
50 / 147	2350		
yhteensä	14830		1320

6.6 Muut häviöt

Järjestelmän lämmönsiirto ja – luovutuskykyyn saattaa ajan myötä vaikuttaa alentavasti myös erilaisten veden mukana kulkeutuneiden mineraalien saostuminen lämmönvaihtimien ja –luovuttimien siirtopinnoille. Kaukolämpöyhtiön toimesta suoritettun painekokeen perusteella ei ainakaan lämmönjakohuoneen lämmönvaihtimessa voitu havaita tukkeutumaa eikä vuotoja.

7 Yhteenveto

Periaatteellisella tasolla käyttövesipatteriverkossa on todennäköisesti pyritty minimoimaan kustannuksia juuri puuttuvalla erillisellä lämpimän käyttöveden kiertojohdolla. Toisaalta järjestelmän matalalämpöisyydestä aiheutuvia ongelmia ei ilmeisesti kuitenkaan olla pystytty riittävästi ennakoimaan. Ideanahan lämpöpatteriverkon käyttö lämpimän käyttöveden jakelussa ei sinänsä ole uusi. Kiertopiirin sisältämän veden lämpötila vain yleensä on 55 – 70 astetta, jolloin mahdollinen ”pöpöjen” kasvu kierto-vesiputkistossa tai pääsy kiertovesiputkistoon on eliminoitu. Käsiteltävänä olevassa sovellutuksessa, materiaalina käytetystä muoviputkistosta johtuen, ei pystytä moisia lämpötiloja ylläpitämään, vaan käytettävissä oleva maksimilämpötila lämpimän käyttöveden ja lämmityspatteriverkoston syöttöjohdossa on 60 astetta.

Toisaalta ”Legionella”-riskin eliminointi edellyttää, ettei verkoston lämpötila milloinkaan pääse laskemaan alle 55 asteen, joten käytettävissä oleva lämpötilaero jää aika lailla pieneksi – ts. tarvittava lämpöteho sekä varauskyky ovat kohtalaisen suuret. Suuret ja nopeat virtausnopeuksien vaihtelut sekä toisaalla jakamoiden kuparijohtojen ja huoneistojen lämmönluovuttimien kupariosien asettamat rajoitukset käytettävissä oleville virtausnopeuksille tuovat omat reunaehdotensa jo muutoinkin monimutkaiseen iterointitehtävään. Myöskään kiertopiirin korvaavan käyttöveden syötöstä järjestelmään tulevia epäpuhtauksia ja kemikaalien saostumia, eikä veden mukanaan tuoman hapen putkiston metallikomponenttien syöpymistä lisäävää vaikutusta voida sivuttaa.

Tehtyjen peruskorjausten ja huoneistosaneerausten yhteydessä on voitu valitettavan useasti havaita rakentamisvaiheessa tehdyn aivan käsittämättömiä laiminlyöntejä. Eristyksen laatu vaihtelee ja pahimmillaan on jätetty sen osia kokonaan puuttumaan tai koottu repaleisista jäännöspaloista. Samoin on höyrysulkujen, kaikenlaisten läpivientien, perustusten vierusten täyttöjen ja siten on myös nyttemmin jo pääsääntöisesti korjattujen salaojitustenkin laita. Monin paikoin havaittavissa on myös käytettyjen materiaalin (mm. aluskatteet) vanheneminen ja höyrysulkujen saumojen tiivistämättömyys; lieneekö ollut tapana?

Kaiken kaikkiaan kaikessa työn jäljessä kuultaa ilmeinen piittaamattomuus nykyään edellytettävästä ”hyvästä rakentamistavasta”. Koska kyseessä on mitä ilmeisimmin ollut koealue, voisi luulla, että myös työn laatuun olisi kiinnitetty aivan erityistä huo-

miota. Lieneekö työtä tehty peräti harjoitustyönä oppilasvoimin? Asianosaisten tavoittaminen saattaa olla vaikeaa, ellei täysin mahdotontakin. Syylistämiseen ei ole tarkoitus pyrkiäkään, vaan lähinnä tapauksen nostamiseen esille varoittavana esimerkkinä; opiksi tulevaa varten. Kiireen kanssa tekeminen vaatii rautaista ammattitaitoa eikä sekään tosin yksin riitä korvaamaan jo suunnittelupöydällä karsittua työaikaa aivan määrättömiin saakka. Ihmeitä tehdään vielä tänäänkin hetkessä, mutta mahdottoman työn tekeminen vie edelleen oman aikansa.

Projektin valvonta vaikuttaa kaikin puolin olleen rakentajan, eikä kuten pitäisi rakentajan, käsissä. Pahimmassa mahdollisessa tapauksessa toimenpide on kokonaan laiminlyöty.

Tekninen isännöitsijä oli opastanut v.2000 taloyhtiön hallitusta suorittamaan putkiston perusparannuksen keskeisellä osuudella samanaikaisesti työn alle tulleiden pihojen perustusten salaojitustöiden kanssa. Suoritetun tarjouskilpailun jälkeen valittu toimittaja teetti tilatut toimenpiteet eri aliurakoitsijoilla. Suunnitelman teknisiin yksityiskohhtiin puuttumiseen ei yhtiön hallituksen jäsenillä asiantuntemus luonnollisestikaan riittänyt. Siten myös järjestelmään tehdyt, putkiston virtaamiin kohtalokkaasti vaikuttaneet muutokset jäivät heiltä huomaamatta. Lopullisena niittinä asiaan oli, etteivät he olleet osanneet tilata suunnittelijan toiminnasta aiheutuneiden virtaamamuutosten vaatimaa putkiston uudelleen tasapainotuslaskelmaa, kuten eivät myöskään itse tasapainotustyötä.

Varsinaiset rakenteelliset muutokset suunnittelija perusteli kustannussäästöillä sekä työssä että tarvikkeissa ja pesi samalla kätensä minkäänlaisesta vastuusta aiheutuneen tilanteen suhteen. Toki hän oli myöhemmin tarjoutunut auttamaan asiassa erilliskorvauksella, ”kunhan muut kiireet hellittäisivät”.

Huomioitava on se tosiasia, että kyllä olisi aika hyvä jossain alkaa ”kellon soida”, ennen kuin aletaan poistaa olemassa olevasta, toimivasta järjestelmästä komponentteja tai pienentämään putkiston putkikokoja suljetuista patteriverkostoista hankitulla ”näp-pituntumalta” (tässä tapauksessa mitä ilmeisimmin taulukkomitoitus-periaatteella).

Perehtyneisyyden kyseiseen ympäristöön tulisi ainakin olla melko laaja-alaista ja hyvää olisi myös omata kokemusta vastaavien järjestelmien suunnittelemisesta tai muutoin

ko. järjestelmän perusteellinen tuntemus olla hallussa eikä pohjautua vain urakkahinnoittelussa hyvin tavalliseen ”pienempi putki olevan halvempaa”-periaatteeseen.

Linjasäästöventtiilien poistaminen aiheutti verkoston tasapainon lopullisen katoamisen ja tämän tilan korjausyritys johti lopulliseen kaaokseen taloyhtiön sisäisessä lämmityspotkistossa.

Muita havaittuja puutteita ovat puuttuvat tai vaikeasti hyödynnettävät mittaus-yhteet ja ilmeisimmin juuri tästä johtuen huoneistokohtaisesti tarpeen mukaisesti (”sormituntumalta”) säädetyt lämpölinjan kertosäästöventtiilit, huoneistokohtaiset poistoilmaelimet, rikkoutuneiden magneettiventtiileiden poistaminen (korjaamatta jättäminen). Tällainen ”kädestä-suuhun” eläminen tekee huollon ja ylläpidon suunnittelemisen ja budjetoinnin mahdottomaksi ennakolta.

Talotekniikan hoito on jätetty päätoimisen talonmiehen vastuulle. Opastaminen on käyttöönottovaiheessa jäänyt ilmeisen puutteelliseksi. Minkäänlaista käyttö ja hoito-ohjetta ei myöskään ole järjestelmästä olemassa. Tämä yhdessä järjestelmän ”tarpeenmukaisesti” tapahtuneen säädön kanssa lienee ilmeisin syy ongelmien kasautumiseen tilanteeksi, jossa lopulta lämpö vaikutti kerta kaikkiaan loppuneen. Alin kirjattu (E talon huoneisto 21) lämpötila oli 15 astetta jouluaattoamuna, jolloin asukas kytki huoneiston saunatilaan termostaattiohjatun lämpöpuhaltimen lattianrajassa kulkevien kuparisien käyttö- ja lämmityspotkiston osien jäätyksen estämiseksi. Lämpötila lattianrajassa oli tällöin jo alle 10 astetta.

Opittavaa asiassa on se, että kiinteistön tuloksellinen hoito edellyttää hallittua ylläpitoa, toiminnan ohjeistusta ja kitkatonta tiedonkulkua eri toimijatahojen välillä. Suosittelavaa olisi varmistaa, että myös isännöitsijät ovat tehtäviensä tasalla, ja omaavat paitsi riittävän teknisen asiantuntemuksen, motivaation sekä asenteen lisäksi myös töiden hoitamiseen tarvittavat taidot ja työvälineet.

8 Muutosehdotukset

Tulevaisuutta silmälläpitäen on päätöksentekijöiden hyvä tiedostaa järjestelmän kompleksisuudesta aiheutuvat ongelmat ja rajoitukset. Toisaalta on huomioitava todennäköisesti ilmeneviin alilämpötiloihin liittyvät terveydelliset riskit lämpimän käyttöveden osalta. Huomioitavaa on, että poistoilmanvaihdonkin tulisi täyttää vähintään ilmanlaadulle asetetut minimivaatimukset.

Vaihtoehtoisia ratkaisumalleja voi esittää useitakin, mutta nykytilanteen korjaamiseksi mahdollisen pienillä kustannuksilla voisi suuremmasta lämpöjohdosta erottaa E- ja F-talot (miksei myös K-talo) omaksi piirikseen kohtalaisen pienillä kustannuksilla. Tällöin välttyttäisiin jo tehtyjen maatyttöjen auki kaivamisesta, uusilta pihatöiltä ja istutuksilta. Tosin kiertoputkiston ajoittaisesti alle 50 C°:n laskevasta lämpötilasta aiheutuvaan käyttöveden Legionella -riskiin tosin ei tällöin tule oleellista parannusta, mutta todennäköisyys lämpötilan laskemiseen kriittiselle tasolla pienenesi huomattavasti.

Toisena ratkaisumallina voisi pitää nykyisen LV75-lämpöverkon rinnalle rakennettavaa erillistä lämmitysveden kiertopiiriä, jolloin olemassa putkisto oleva jäisi joko pelkästään lämpimälle käyttövedelle tai lämmitykselle. Tällöin tarvittavaa kiertoputkiston vaatimaa pumppaustehoa voisi alentaa huomattavasti. Tällä hetkellä käytössä olevat pumpput kuluttavat vähintään 0.55 kWh tunnissa ja lämpötila laskiessa alle -7 asteen kulutus vähintään kaksinkertaistuu.

Kiertovesipumppujen energiankulutuksen määrittäminen

$$E_{\text{KOK}} = 365 \text{ d/a} \times 24 \text{ h / d} \times 0.55 \text{ kW/h} = 4818 \text{ kWh/a}$$

ja alle -5 ulkolämpötiloja vyöhykkeellä esittävä astepäiväluku on 950,

$$E_{\text{TOT}} = 1 + (950/5855) \times E_{\text{KOK}} = 5,6 \text{ MW. (pumppujen kokonaisenergiankulutus)}$$

Jos sähkö maksaa 11 snt/kWh merkitsee tämä yli 600 euron kustannusta vuodessa pelkästään lämmitysverkon kiertoveden pumppaamiseen kuluvana energiana. Todellisuudessa säästö on vieläkin suurempi.

Kallein vaihtoehto olisi rakentaa koko järjestelmä uudelleen ja korvata huoneistojen nykyiset lämmönluovuttimet paremmin matalalämpötiloihin soveltuvalla lattialämmitysratkaisulla.

Ilmanvaihdon osuus sitä vastoin on hieman selkeämpi, ellei haluta lisätä lämmön talteenottoa. Mikäli liesikupujen yhteydessä sijaitsevat huoneistokohtaisten huippuimurien säätimet olisivat portaallisia ja ilmavirrat tiedossa eri säätimien asennoilla, voitaisiin poistokanaviston mittaus ja poistoverntiilien säätö suorittaa esim. säätimen asennolla 2 ja vielä oleellisesti parantaa huoneistojen energiataloutta. Ilmastoinnin tehostuksen voisi nykyisen anturiteknologian avulla automatisoida melko pienin investoinnein. Tämä ilmavirtojen ”puolittaminen” voitaisiin hallita esim. liiketunnistinten ja hiilidioksidianturien avulla sekä tehostuksen automatisointi hiilidioksidi- ja kosteusanturien avulla. Tällöin huoneistosta poissa oltaessa ilmavirrat voitaisiin puolittaa ja palauttaa normaaleiksi automaattisesti, kun huoneistoon jälleen palataan.

Ensimmäisenä ja tarpeellisimpana toimenpiteenä pitäisin kuitenkin poistoilmaelinten säätöjen tarkistamista ja saunojen poistoverntiileiden muuttamista kaksiasentoisiksi, jolloin ilmavaihdon tehostaminen yksinkertaistuu ja kohdistuu paremmin kosteisiin tiloihin, eikä kosteata ilmaa tuuleteta suotta muihin huonetiloihin.

Seuraavana olisi syytä tarkistaa lämmitysverkoston perussäätö, sillä saneeraustoimien yhteydessä ovat lämpökanavista molempien kiertopiirien haarakohdista poistettujen jakokaivojen myötä tulleet poistetuiksi myös kaivoissa sijainneet linjasäätöventtiilit. Toimenpide hankaloittaa tasapainotustyötä huomattavasti, sillä kaikki säädöt virtausnopeuksissa vaikuttavat tällä hetkellä kaikkien liittymien virtausnopeuksiin juuri ker-tasäätöventtiilien puuttumisesta vuoksi. Pahimmassa tapauksessa tapainotusyrityksen tuloksena saattaa syntyä hyvinkin pitkä iterointiprosessi. Esimerkkejä työn suorittamisen helpottamiseksi (/9/).

Lämmönjakohuoneen kiertovesipumppujen muuttaminen säädettäviksi toisi energiasäästöjä. Tätä kannattaisi miettiä myös huoneistojen kiertovesipumppujen osalta (itsesäätyviksi esim. linjasäätöventtiilien tai magneettiverntiilien uusimistarpeen tullessa ajankohtaisiksi (52kpl)). Lämmönjakokaapistot kannattaisi saattaa samalla sellaiseen kuntoon, että mittayhteisiin päästäisiin käsiksi mahdollisimman monissa kohteissa. Tämä helpottaisi huoneistokohtaisten virtausten säätöä ja tasapainotustyötä. Nykyisel-

lään hommaan tarvitaan joko rautainen ammattilainen tai hyvälahjainen matemaatikko jolla riittää hyvää tuuria roppakaupalla.

Ensihoitona suoritettussa verkoston karkeassa tasapainotuksessa oli paljon apua suunnittelijan määrittämistä huoneistokohtaisissa suunnitelluissa virtaamissa. Tähän lisättiin arvioitu kolmasosa ilmanvaihdon osuutta ja määriteltiin uudet asetusarvot kertasäästöventtiileille. Tarkistusmittaus suoritettiin käsiksi päästyissä neljässä mittauspisteessä. Vastaavia, mitoituslämpötiloja hiponeita pakkasjaksoja ei (onneksi) vielä tullut eteen.

Lämmön talteenoton problematiikkaa lisäävät kohtalaisen tiukasti hyödynnetyt lattianeliöt, ja toisaalta laitteiston huollon vaatima tila asettaa omat rajauksensa. Talteenoton järjestäminen ei olisi kuitenkaan aivan mahdoton. Poistoputkistohan on jo olemassa, joten tarvittaisiin vain 2 - 3 tuloilmaelintä kanavineen. Tuloilmapuhaltimella varustetun keskusyksikön sijoittaminen tosin vaatisi luovaa mielikuvitusta, sillä poistoilmakehanavat nykyisellään on piilotettu seinärakenteisiin ja 2-tasoratkaisuissa olisi ainoa järkevä sijoituspaikka todennäköisesti portaikon yläpuolinen ylävälipohja. Tällöin tarvittavat suodattimien vaihdot ja muut tarvittavat huoltotoimet voitaisiin suorittaa huonetilasta käsin. Alakerran tuulikaappi ei toimisi sijaintina muualla kuin yksitasoratkaisuissa, sen sijaan rinnetaloissa (G ja H) olisi ko. kyseinen yläkerran tuulikaappi laitteiston sijoituspaikkana mahdollisen rajoilla.

Ikkunat ja ovet täyttävät nykynormit lämmöneristävyydeltään melko hyvin, ja siksi niiden elinkaarta kannattaisi jatkaa huoltomaalauksin ja korjata ”välilasin” tiivisteitten liimaukset tarvittaessa. Sen sijaan hyödyllisempänä pitäisin rakenteiden tarkistamista lämpövuotojen kartoittamiseksi esim. lämpökameran avulla. Tällöin tieto olisi hyödynnettävissä korjausten tullessa ajankohtaisiksi huoneistokohtaisesti; valtaosa paikalla rakennettujen seinien eristyksistä voitaisiin korjata sisältä käsin tulevien huoneistokohtaisten pintaremonttien yhteydessä.

LÄHTEET

- 1 D.o.f.tech Oy, Doflämpö, Doflämpö 2010, <http://doftech.com/>
- 2 Rakennusten energiatalous. Ympäristöministeriö RakMK osa D3. 1978
- 3 Vesi- ja viemärilaitteet. Ympäristöministeriö RakMK osa D1. 1978
- 4 Rakennusten energiatalous. Ympäristöministeriö RakMK osa D3. 2003
- 5 Vesi- ja viemärilaitteet. Ympäristöministeriö RakMK osa D1. 2003
- 6 Tehon ja energiantarpeen laskenta. Ympäristöministeriö osa D5. 1985
- 7 Lämmitystekniikan monisteet. Laiho Esa-Matti MAMK. 2003
- 8 Ilmastointitekniikan monisteet. Väätäinen Seppo MAMK. 2003
- 9 TA-hydraulics. Technical library, <http://www.tourandersson.com>.

LIITTEET

1. Rakennuksen lämmittämisen teoria
2. U-arvon määrittämisen tulokset
 - 2.2.U-arvon laskentaperusteet US1
 - 2.3.U-arvon laskentaperusteet US2
 - 2.4.U-arvon laskentaperusteet US2.1
 - 2.5.U-arvon laskentaperusteet US3
 - 2.6.U-arvon laskentaperusteet YP
 - 2.7.U-arvon laskentaperusteet AP
 - 2.8.U-arvon laskentaperusteet pääovi
 - 2.9.U-arvon laskentaperusteet ikkunat
3. Tehontarpeen laskenta 1981
4. Tehontarpeen laskenta 2003
5. LV 75 putkistomitoitukset ja virtaamat 1981
6. LV 50 putkistomitoitukset ja virtaamat 1981
7. LKV 75 putkistomitoitukset ja virtaamat 1981
8. LKV 50 putkistomitoitukset ja virtaamat 1981
9. LV 75 putkistomitoitukset ja virtaamat 2005
10. LV 50 putkistomitoitukset ja virtaamat 2005
11. LKV 75 putkistomitoitukset ja virtaamat 2005
12. LKV 50 putkistomitoitukset ja virtaamat 2005
13. Kulutusseuranta

RAKENNUKSEN LÄMMITTÄMISEN TEORIA

Maavaraeisessa alapohjassa:

$$\Phi' = G' (t_s - t_u) \text{ jossa } G' = \frac{\lambda}{\pi} \ln \frac{M + \frac{\pi(r_u + \frac{h}{2})}{\lambda}}{M + \frac{\pi(r_s + \frac{h}{2})}{\lambda}}$$

Maata vasten olevassa seinässä:

$$\Phi' = G' (t_s - t_u) \text{ jossa } G' = \frac{2\lambda}{\pi} \ln \frac{M + \frac{\pi r_u}{2\lambda}}{M + \frac{\pi r_s}{2\lambda}}$$

Maahan asennetussa putkikanavassa:

$$\Phi' = G' (t_s - t_u) = \frac{t_s - t_u}{R'} \text{ koska } G' = \frac{1}{R'}$$

$$\text{jossa } R' = R_s + R_p + R_e + R_{eu} + R_{ks} + R_k + R_m$$

tekijät:

lämpövastus putken sisäpinnalla:

$$R_s = \frac{1}{\pi d_s \alpha_s} \approx 0 \text{ koska } \alpha_s \text{ (lämmönsiirtokerroin putken sisällä) on suuri}$$

putken seinämän lämpövastus:

$$R_p = \frac{\ln \frac{d_p}{d_s}}{2\pi \lambda_p} \text{ koska } d_p/d_s \approx 1 \Rightarrow \ln = 0 \text{ ja koska } \lambda_p \text{ on suuri} \Rightarrow R_p \approx 0$$

eristeen lämpövastus:

$$R_e = \frac{\ln \frac{d_e}{d_s}}{2\pi \lambda_p}$$

eristyksen ulkopinnan lämpövastus:

$$R_{eu} = \frac{1}{\pi d_e \alpha_{eu}} \alpha_{eu} \text{ lämmönsiirtokerroin eristeen ulkopinnalla}$$

Lämmittämisen teoria

suojakanavan sisäpinnan lämpövastus:

$$R_{ks} = \frac{1}{\pi d_{ks} \alpha_{ks}}$$

α_{ks} lämmönsiirtokerroin suojakanavan sisäpinnalla

suojakanavan seinämän lämpövastus:

$$R_k = \frac{\ln \frac{d_{ku}}{d_{ks}}}{2\pi \lambda_k} \quad \text{maakerroksen lämpövastus}$$

Raon lävitse virtaavan ilman tilavuusvirta

$$q_v = C l \Delta p^n$$

Raon lävitse virtaavan ilman massavirta:

$$q_{mv} = 0.145 l f \Delta p^{\frac{2}{3}}$$

Vuotoilmanvaihdon vaatima teho:

$$\Phi_{vi} = q_m c_p (t_h - t_u) = q_v \rho c_p (t_h - t_u)$$

muut lämpötehon määrittämisen komponentit:

$$\Phi_{ph} = \Phi_j + \Phi_{jm} + \Phi_{vi} \quad \text{huoneen suljettu lämpötase}$$

$$\Phi_{iv} = \Phi_{ivk} + \Phi_{ivh} + \Phi_{pk} \quad \text{ilmanvaihdon vaatima teho}$$

$$\Phi_{ol} = \Phi_i + \Phi_v + \Phi_a \quad \text{oheislämmön lähteet}$$

Lämmittämisen teoria

Huoneen lämpövirrat:

$$\Phi_{ph} - \Phi_j - \Phi_{jm} - \Phi_{vi} - \Phi_{ivh} + \Phi_i + \Phi_v + \Phi_a = 0$$

$$\Phi_{ph} = \Phi_j + \Phi_{jm} + \Phi_{vi} + \Phi_{ivh} \quad \text{huoneen patteriteho}$$

Ilmanvaihtokojeen lämpövirrat:

$$\Phi_{pk} + \Phi_{ltoiv} - \Phi_{ivk} = 0$$

$$\Phi_{pk} = \Phi_{ivk} (-\Phi_{ltoiv}) \quad \text{ilmastointikojeen patteriteho}$$

Käyttöveden lämpövirrat

$$\Phi_{lvs} + \Phi_{ltoiv} - \Phi_{lv} = 0$$

$$\Phi_{lv} = \Phi_{ltoiv} + \Phi_{lvs} \quad \text{käyttöveden valmistaminen}$$

Rakennuksen lämpölaitos:

$$\Phi - \Sigma \Phi_{ph} - \Phi_{pk} - \Phi_{lvs} - \Phi_{hj} = 0$$

$$\Phi = \Sigma \Phi_{ph} + \Phi_{pk} + \Phi_{lvs} + \Phi_{hj} \quad \text{lämpölaitosteho}$$

U-arvon määrittäminen

U-arvon määrittämisen tulokset

tyyppi	materiaali	vahvuus	U-arvo
US1 (280 / 217)	moduulitiili / pa-	85 / 22	0,280 / 0,276
	ilmarako	28	
	tuulensuojalevy	30	
	puurunko / villa	125	
	höyrysulku		
	sisäverhouslevy	12	
US2 (360 / 390)	moduulitiili	85	0,318 / 0,316
	mineraalivilla	125	
	betoni	150 / 180	
US3 (260)	betoni	60	0,333
	mineraalivilla	120	
	betoni	80	
US5 (227)	lomalaudoitus	22 + 16	0,268
	naulausrima	22	
	tuulensuojalevy	30	
	puurunko / villa	125	
	höyrysulku		
	sisäverhouslevy	12	
YP (284)	mineraalivilla	250	0,176
	höyrysulku		
	rimoitus	22	
	sisäverhouslevy	12	
AP (170 / 130)	betonilaatta	70	/ 0,643
	solumuovi	100 / 80	
	kosteussulku		
IKKUNAT (MS-	3 x lasi	4	1,5
	lasien väli	26	

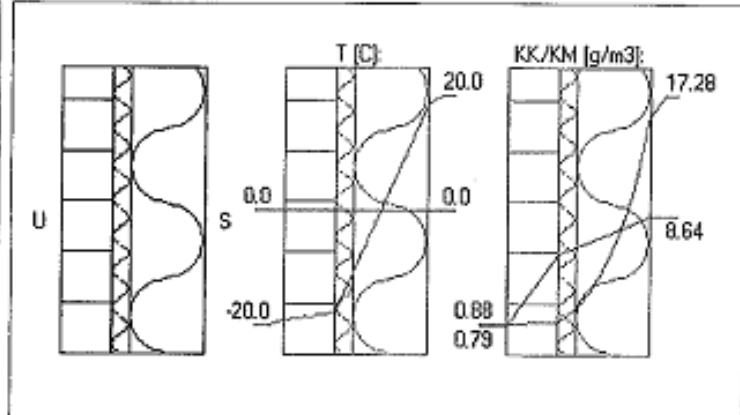
U-arvon määrittäminen

Rakennuskohde:	Sisältö:	
As. oy Mäntylä	Julkisivu	
Suunnittelija:	Päiväys:	Tunnus:
Keinänen	2.11.2005	US1

Rakenteen päätiedot:

U-arvo: 0.280 W/m²K
 Paksuus: 240.000 mm
 Pinta-ala: 1.00 m²
 Paino: 133.59 kg
 Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 1171.702 m²hPa/g
 Vesih. läpäisykerroin: 0.000853 g/m²hPa
 Lämmönvastus: 3.575 m²K/W
 Pintavastus, ulko: 0.070 m²K/W
 Pintavastus, sisä: 0.130 m²K/W
 Kulma (0-90): 90.000



Rakenteen kerrostiedot:

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:
1	Punatiili	85.00	0.6000	1.116000e-04	0.00	1500.00
2	Mineraalivilla	30.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3	Mineraalivilla	125.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
	KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:	LK [W/K](kpl):
2	Puu (mänty)	0.1400	1.5	0.00	480.00	---
3	Puu (mänty)	0.1400	2.2	0.00	480.00	---

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:

3:n päivän kylmin (0.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m3]:	KM [g/m3]:	SK [%]:	C [g/m2]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-19.25	0.93	0.79	84.5	0.00
2	-17.72	1.07	5.89	100.0	0.00
3	-10.69	2.07	6.43	100.0	0.00
4	18.60	15.93	8.64	54.2	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

Lisätiedot:

Tiivistymis- / homevaara ! (SK_max = 100.0 %)

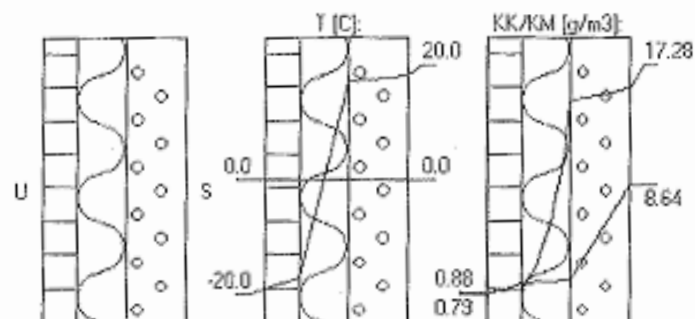
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

U-arvon määrittäminen

Rakennuskohde:	Sisältö:	
As. oy Mäntylä	Päätysoinä	
Suunnittelija:	Päiväys:	Tunnus:
	25.10.2005	US2

Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.318 W/m ² K
Paksuus:	360.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	491.25 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	8036.781 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000124 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	3.147 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.070 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m ² K/W
Kulma (0-90):	90.000



Rakenteen kerrostiedot:

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:
1 Punatiili	85.00	0.6000	1.116000e-04	0.00	1500.00
2 Mineraalivilla	125.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3 Betoni	150.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:

3:n päivän kylmin (0.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m3]:	KM [g/m3]:	SK [%]:	C [g/m2]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-19.11	0.94	0.79	83.6	0.00
2	-17.31	1.11	1.53	100.0	0.00
3	17.23	14.69	1.86	12.6	0.00
4	18.35	15.70	8.64	55.1	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

Lisätiedot:

Tiivistymis- / homevaara ! (SK_max = 100.0 %)

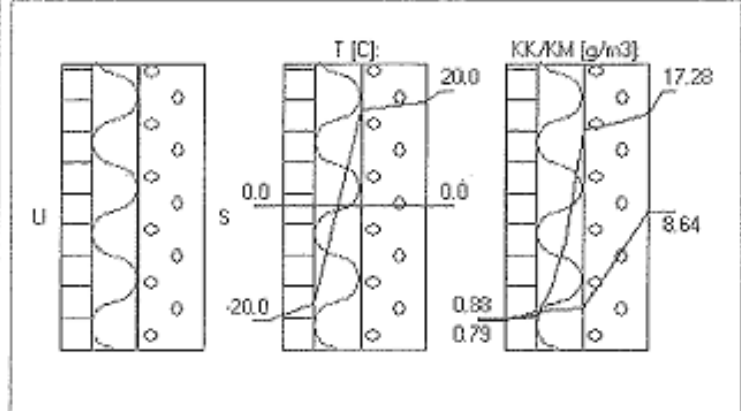
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

U-arvon määrittäminen

Rakennuskohde:	Sisältö:	
As. oy Mäntylä	Päätöseinä 2.1	
Suunnittelija:	Päiväys:	Tunnus:
	25.10.2005	US 2.1

Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.316 W/m ² K
Paksuus:	390.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	563.25 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	9425.670 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000106 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	3.165 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.070 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m ² K/W
Kulma (0-90):	90.000



Rakenteen kerrostiedot:

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:
1 Punatiili	85.00	0.6000	1.116000e-04	0.00	1500.00
2 Mineraalivilla	125.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3 Betoni	180.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:

3:n päivän kylmin (0.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m3]:	KM [g/m3]:	SK [%]:	C [g/m2]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-19.12	0.94	0.79	83.7	0.00
2	-17.32	1.11	1.42	100.0	0.00
3	17.02	14.51	1.70	11.7	0.00
4	18.36	15.71	8.64	55.0	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

Lisätiedot:

Tiivistymis- / homevaara I (SK_max = 100.0 %)

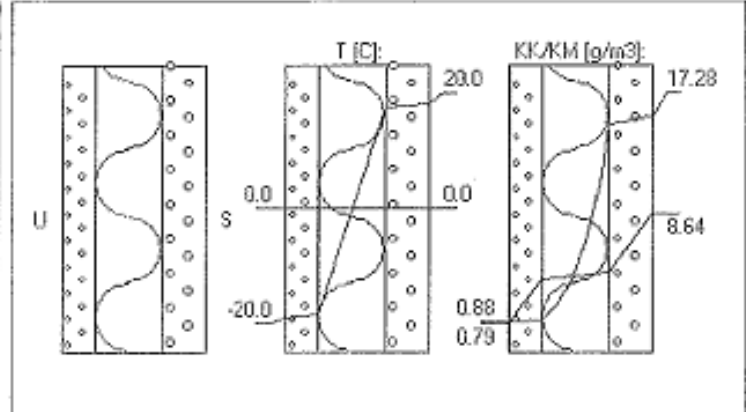
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

U-arvon määrittäminen

Rakennuskohde:	Sisältö:	
As. oy Mäntylä	Ulkoseinäelementti	
Suunnittelija:	Päiväys:	Tunnus:
	25.10.2005	US3

Rakenteen pää tiedot:

U-arvo:	0.333 W/m ² K
Paksuus:	265.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	339.75 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	6812.169 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000147 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	3.000 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.070 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m ² K/W
Kulma (0-90):	90.000



Rakenteen kerrostiedot:

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

	KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1	Betoni	60.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00
2	Mineraalivilla	125.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
3	Betoni	80.00	1.7000	2.160000e-05	0.00	2400.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:

3:n päivän kylmin (0.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-19.07	0.95	0.79	83.3	0.00
2	-18.60	0.99	3.99	100.0	0.00
3	17.64	15.06	4.37	29.0	0.00
4	18.27	15.62	8.64	55.3	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

Lisätiedot:

Tiivistymis- / homevaara ! (SK_max = 100.0 %)

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

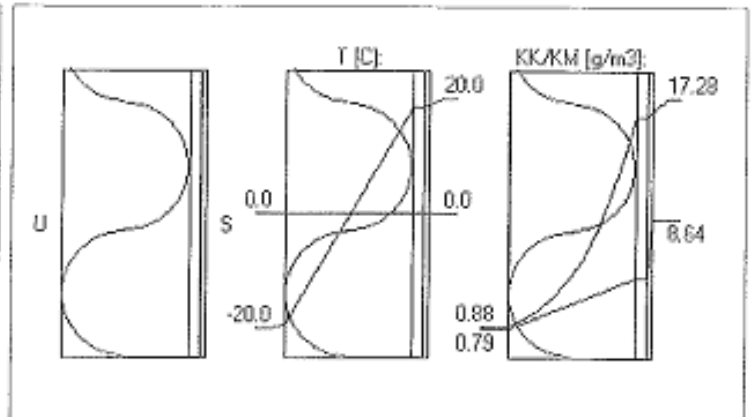
U-arvon määrittäminen

Rakennuskohde: As. Oy Mäntylä	Sisältö: Yläpohja	
Suunnittelija: Keinänen	Päiväys: 15.11.2005	Tunnus: YP1

Rakenteen päätiedot:

U-arvo: 0.187 W/m²K
 Paksuus: 284.000 mm
 Pinta-ala: 1.00 m²
 Paino: 25.50 kg
 Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 1402.119 m²hPa/g
 Vesih. läpäisykerroin: 0.000713 g/m²hPa
 Lämmönvastus: 5.353 m²K/W
 Pintavastus, ulko: 0.070 m²K/W
 Pintavastus, sisä: 0.130 m²K/W
 Kulma (0-90): 90.000



Rakenteen kerrostiedot:

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:
1 Lasivilla	250.00	0.0460	3.780000e-04	0.00	30.00
2 Tuulettuva ilmarako	22.00	10.0000	1.000000e+01	0.00	0.00
3 Kipsilevy	12.00	0.2400	1.620000e-05	0.00	1200.00
KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m3]:	Paino [kg/m3]:	LK [W/K](kpl):
1 Puu (mänty)	0.1400	3.2	0.00	480.00	---

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA = Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:

3:n päivän kylmin (0.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m3]:	KM [g/m3]:	SK [%]:	C [g/m2]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-19.51	0.91	0.79	86.4	0.00
2	18.72	16.04	4.49	28.0	0.00
3	18.73	16.06	4.49	28.0	0.00
4	19.09	16.39	8.64	52.7	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

Lisätiedot:

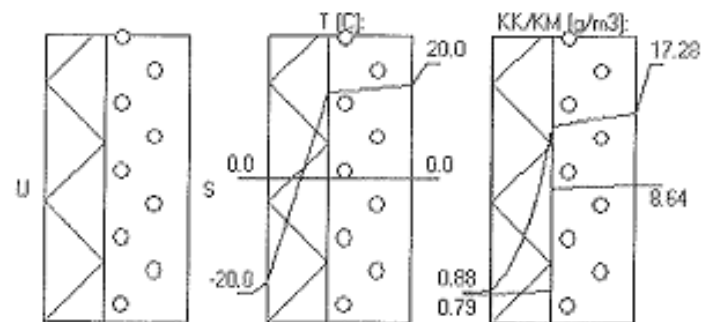
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

U-arvon määrittäminen

Rakennuskohde:	Sisältö:	
As. Oy Mäntylä	Alapohja	
Suunnittelija:	Päiväys:	Tunnus:
Keinänen	15.11.2005	AP2

Rakenteen päätiedot:

U-arvo:	0.726 W/m ² K
Paksuus:	120.150 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	170.13 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	102772.965
Vesih. läpäisykerroin:	0.000010 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	1.378 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.070 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m ² K/W
Kulma (0-90):	90.000



Rakenteen kerrostiedot:

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)					
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:
1 Polystyreeni	50.00	0.0440	1.480000e-05	0.00	40.00
2 Muovikalvo 0.15 mm	0.15	0.3400	1.560000e-09	0.00	900.00
3 Betoni	70.00	1.7000	2.180000e-05	0.00	2400.00

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

Lämpötilat ja kosteudet:

3:n päivän kylmin (0.0 h)					
Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-17.97	1.04	0.79	75.6	0.00
2	15.02	12.87	1.05	8.1	0.00
3	15.03	12.88	8.39	65.2	0.00
4	16.23	13.84	8.64	62.4	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

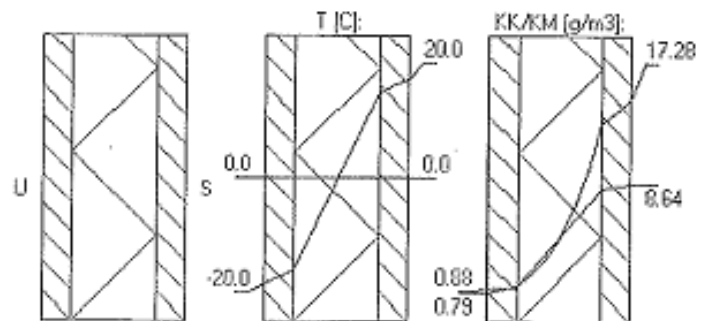
Lisätiedot:

U-arvon määrittäminen

Rakennuskohde:	Sisältö:	
Suunnittelija:	Päiväys: 15.11.2005	Tunnus:

Rakenteen pää tiedot:

U-arvo:	0.989 W/m ² K
Paksuus:	68.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m ²
Paino:	21.29 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	23852.632 m ² hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	0.000042 g/m ² hPa
Lämmönvastus:	1.011 m ² K/W
Pintavastus, ulko:	0.070 m ² K/W
Pintavastus, sisä:	0.130 m ² K/W
Kulma (0-90):	90.000



Rakenteen kerrostiedot:

				Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)		
KERROS:	T [mm]:	LJ [W/mK]:	VHL [gm/Nh]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	
1 Puu (mänty)	14.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00	
2 Polyuretaani	40.00	0.0270	1.900000e-06	0.00	50.00	
3 Puu (mänty)	14.00	0.1400	1.000000e-05	0.00	480.00	
KYLMÄSILTA:	LJ [W/mK]:	SPA [%]:	Hinta [e/m ³]:	Paino [kg/m ³]:	LK [W/K](kpl):	
2 Puu (mänty)	0.1400	34.0	0.00	480.00	---	

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys, SPA=Suht. pinta-ala, LK = Lisäkonduktanssi

Lämpötilat ja kosteudet:

3:n päivän kylmin (0.0 h)					
Piste:	T [C]:	KK [g/m ³]:	KM [g/m ³]:	SK [%]:	C [g/m ²]:
U	-20.00	0.88	0.79	90.0	0.00
1	-18.51	0.99	0.79	79.3	0.00
2	-16.39	1.21	1.25	100.0	0.00
3	15.11	12.94	8.18	63.2	0.00
4	17.24	14.70	8.64	58.8	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

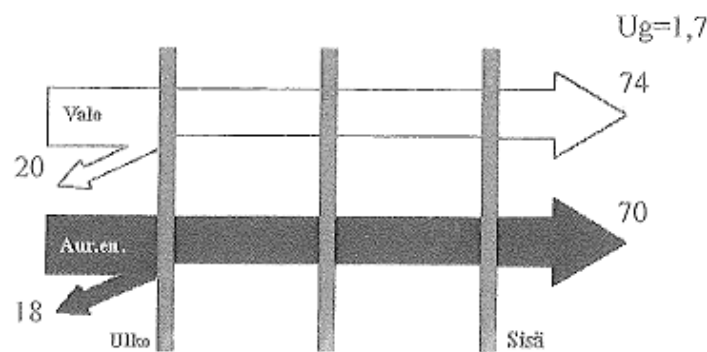
Lisätiedot:

Tiivistymis- / homevaara ! (SK_max = 100.0 %)

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus



PILKINGTON



RAKENNE

Järjestys ulkoa	Lasityyppi ja kaasu		Paksuus mm	Paino kg/m ²
Lasi 1	Pilkington Optifloat Clear	3mm	3	7,5
Väli 1	Ilma		26	
Lasi 2	Pilkington Optifloat Clear	3mm	3	7,5
Väli 2	Ilma		26	
Lasi 3	Pilkington Optifloat Clear	3mm	3	7,5

Tuotekoodi	Tyyppi	Paksuus	Paino
3+26+3+26+3	1+1+1	61	22,5

SUORITUSKYKY

Valo	Läpäisy	LT :	74	Ääneneristys n.	Rw dB :	30
	Heijastus ulos	LR out :	20		Rw+Ctr dB :	24
Aurinkoenergia	Heijastus sisään	LR in :	20	Luokitus	Paloluokka :	Ei luokiteltu
	Suorallapäisy	ST :	62	Lämmönläpäisy	Turva/Suojaus :	Ei luokiteltu
	Heijastus	SR :	18	Keskialue	Ug W/m ² K :	1,7
	Absorptio	SA :	19	Suorituskykykoodi		
	Aurinkokitekijä	g :	0,7	U-arvo/Valo/Aur: 1,7/74/70		

Lasketut arvot SFS-EN 410 ja SFS-EN 673 mukaisesti

tehontarpeen määrittäminen 1981

Huone		lämpötila		seinämä		mitat		Δt	A	ΔUΔt	Φ	ΣΦ	esiintymä	m ³	w / m ³
tyyppi	tunnus	tu	ts	tunnus	U	ΔU									
4h+k+s		-29	20	US2	0,33	0,33	2 x (8800 x 2850)	-49	50,2	16,17	811,1	811,09			
pääty		-20	20	VS2.2	0,32	0,32	2 x (8800 x 2850)	0	50,2	0	0	811,09	A 1, A5		
		-29	20	US1	0,28	0,28	2 x (5900 x 2850)	-49	33,6	13,72	461,4	1272,49	B 6, B 11		
ikkunat		-29	20	UI	1,50	1,22	4,5 x (1250 x 1500)	-49	8,44	59,78	504,4	1776,88	E 20, E 25		
ulko-ovi		-29	20	UO	2,00	1,72	1000 x 2100	-49	2,1	84,28	177	1953,87			
		-29	20	US1.2	0,28	0,28	2 x (5900 x 2850)	-49	34,1	13,72	468,4	2422,31			
ikkunat		-29	20	UI	1,50	1,22	2,25 x (1250 x 1500)	-49	4,22	59,78	252,2	2674,51			
ulko-ovi		-29	20	UO2	1,80	1,52	900 x 2100	-49	1,89	74,48	140,8	2815,28			
		-29	20	YP	0,19	0,19	8660 x 5990	-49	51,9	9,31	482,9	3298,22	6 asuntoa		
betoni	6	20	AP	0,73	0,73		8660 x 5990	-14	51,9	10,22	530,1	3828,37		147,84	
				Φvi			2 x (8500 x 5500 x 2520)		46,8	3,42	319,8	4148,14		147,84	
		-29	20	Φiv		0,24	1,2 x 0,2/3,6 x 51 x V	-49	46,8		435,2	4583,38	27500,27	295,68	15,50123
3h+k+s		-29	20	US2.1	0,33	0,33	2 x (2375 x 2850)	-49	13,5	16,17	218,9	218,90			
väli		20	20	VS2.2	0,33	0,33	2 x (6285 x 2850)	0	35,8	0	0	218,90	A 2, A 3, A 4		
		20	20	VS2	0,33	0,33	2 x (8660 x 2850)	0	49,4	0	0	218,90	B 7, B 8		
		-29	20	US1.1	0,28	0,28	2 x (5400 x 2850)	-49	30,8	13,72	422,3	641,20	B 9, B 10		
ikkunat		-29	20	UI	1,50	1,22	2,25 x (1250 x 1500)	-49	4,22	59,78	252,2	893,40			
ulko-ovi		-29	20	UO2	1,80	1,52	900 x 2100	-49	1,89	74,48	140,8	1034,17			
		-29	20	US1.2	0,28	0,28	2 x (5400 x 2850)	-49	30,8	13,72	422,3	1456,47			
ikkunat		-29	20	UI	1,50	1,22	3,5 x (1250 x 1500)	-49	6,56	59,78	392,3	1848,77			
ulko-ovi		-29	20	UO	2,00	1,72	1000 x 2100	-49	2,1	84,28	177	2025,76			
		-29	20	YP	0,19	0,19	8660 x 5400	-49	46,8	9,31	435,4	2461,14	7 asuntoa		
betoni	6	20	AP	0,73	0,73		8660 x 5400	-14	46,8	10,22	477,9	2939,06		133,28	
				Φvi			2 x (8500 x 5200 x 2520)		44,2	3,42	302,3	3241,39		133,28	
		-29	20	Φiv		0,24	1,2 x 0,2/3,6 x 51 x V	-49	44,2		411,5	3652,89	25570,26	266,55	13,7041

3h+k+s		20	20	VS2	0,33	0,33	2 x (8660 x 2850)	0	49,4	0	0	0,00			
väli		-29	20	US2.1	0,33	0,33	2 x (1000 x 2850)	-49	5,7	16,17	92,17	92,17	E 21, E 20		
		20	20	VS2.2	0,33	0,33	2 x (7660 x 2850)	0	43,7	0	0	92,17	E 23, E 24		
		-29	20	US1	0,28	0,28	2 x (5400 x 2850)	-49	30,8	13,72	422,3	514,47			
	ikkunat	-29	20	UI	1,50	1,22	3,5 x (1250 x 1500)	-49	6,56	59,78	392,3	906,78			
	ulko-ovi	-29	20	UO	2,00	1,72	1000 x 2100	-49	2,1	84,28	177	1083,76			
		-29	20	US1.2	0,28	0,28	2 x (5400 x 2850)	-49	30,8	13,72	422,3	1506,07			
	ikkunat	-29	20	UI	1,50	1,22	2,25 x (1250 x 1500)	-49	4,22	59,78	252,2	1758,26			
	ulko-ovi	-29	20	UO2	1,80	1,52	900 x 2100	-49	1,89	74,48	140,8	1899,03			
		-29	20	YP	0,19	0,19	8660 x 5400	-49	46,8	9,31	435,4	2334,40	4 asuntoa		
	betoni	6	20	AP	0,73	0,73	8660 x 5400	-14	46,8	10,22	477,9	2812,33		133,28	
				Phi	0,73	0,73	2 x (8500 x 5200 x 2520)		44,2	3,42	302,3	3114,66		133,28	
		-29	20	Phi		0,30	1.2 x 0.2/3.6 x 51 x V	-49	44,2		514,4	3629,04	14516,15	266,55	13,6146
3h+k+s		-29	20	US2	0,33	0,33	2 x (6560 x 2850)	-49	37,4	16,17	604,6	604,63			
		-29	20	US2.1	0,33	0,33	2 x (1000 x 2850)	-49	5,7	1,47	8,379	613,01	F 26, F 31		
F		20	20	VS2.2	0,33	0,33	2 x (5560 x 2850)	0	31,7	0	0	613,01			
pääty		-29	20	US1	0,28	0,28	2 x (7640 x 2850)	-49	43,5	13,72	597,5	1210,49			
	ikkunat	-29	20	UI	1,50	1,22	3,5 x (1250 x 1500)	-49	4,22	59,78	252,2	1462,68			
	ulko-ovi	-29	20	UO	2,00	1,72	1000 x 2100	-49	2,1	84,28	177	1639,67			
		-29	20	US1.2	0,28	0,28	2 x (7640 x 2850)	-49	43,5	13,72	597,5	2237,15			
	ikkunat	-29	20	UI	1,50	1,22	2,25 x (1250 x 1500)	-49	4,22	59,78	252,2	2489,35			
	ulko-ovi	-29	20	UO2	1,80	1,52	900 x 2100	-49	1,89	74,48	140,8	2630,11			
		-29	20	YP	0,19	0,19	7640 x 6560	-49	50,1	9,31	466,6	3096,72	2 asuntoa		
	betoni	6	20	AP	0,73	0,73	7640 x 6560	-14	50,1	10,22	512,2	3608,93		142,84	
				Phi	0,73	0,73	2 x (7200 x 6000 x 2520)		43,2	3,42	295,5	3904,41		142,84	
		-29	20	Phi		0,30	1.2 x 0.2/3.6 x 51 x V	-49	43,2		502,7	4407,15	8814,31	285,67	15,42717
3h+k+s		20	20	VS2	0,33	0,33	2 x (6560 x 2850)	0	37,4	0	0	0,00			
		-29	20	US2.1	0,33	0,33	2 x (1000 x 2850)	-49	5,7	16,17	92,17	92,17	F 27, F 28		
F		20	20	VS2.2	0,33	0,33	2 x (5560 x 2850)	0	31,7	0	0	92,17	F 29, F 30		
väli		-29	20	US1	0,28	0,28	2 x (7450 x 2850)	-49	42,5	13,72	582,6	674,79			
	ikkunat	-29	20	UI	1,50	1,22	3,5 x (1250 x 1500)	-49	4,22	59,78	252,2	926,99			
	ulko-ovi	-29	20	UO	2,00	1,72	1000 x 2100	-49	2,1	84,28	177	1103,97			
		-20	20	US1.2	0,28	0,28	2 x (7540 x 2850)	-40	42,5	11,2	475,6	1579,58			
	ikkunat	-29	20	UI	1,50	1,22	2,25 x (1250 x 1500)	-49	4,22	59,78	252,2	1831,78			
	ulko-ovi	-29	20	UO2	1,80	1,52	900 x 2100	-49	1,89	74,48	140,8	1972,55			
		-29	20	YP	0,19	0,19	7540 x 6560	-49	48,9	9,31	455	2427,54	4 asuntoa		
	betoni	6	20	AP	0,73	0,73	7540 x 6560	-14	48,9	10,22	499,5	2927,02		139,29	
				Phi	0,73	0,73	2 x (7200 x 6000 x 2520)		43,2	3,42	295,5	3222,50		139,29	
		-29	20	Phi		0,30	1.2 x 0.2/3.6 x 51 x V	-49	43,2		502,7	3725,24	14900,98	278,57	13,37272

tehontarpeen määrittäminen 1981

3h+k+s		20	20	VS2	0,33	0,33	2 x (6540 x 2850)	0	37,3	0	0	0,00			
	1/3 maan sisä	-18	20	US2.1	0,33	0,33	6540 x 2850	-38	18,6	12,54	233,7	233,73	G 32, G 37		
pääty		-29	20	US2.2	0,33	0,33	6540 x 2850	-49	18,6	16,17	301,4	535,13	H 38, H 43		
	maan sisässä	-12	20	US1.1	0,28	0,28	7640 x 2850	-32	21,8	8,96	195,6	730,73			
		-29	20	US1.2	0,28	0,28	7640 x 2850	-49	21,8	13,72	298,7	1029,47			
	ikkunat	-29	20	UI	1,50	1,22	2 x (1250 x 1500)	-49	3,75	59,78	224,2	1253,65			
	ulko-ovi	-29	20	UO	2,00	1,72	900 x 2100	-49	1,89	84,28	159,3	1412,93			
		-29	20	US1	0,28	0,28	2 x (6540 x 2850)	-49	34,5	13,72	473,9	1886,85			
	ikkunat	-29	20	UI	1,50	1,22	5,5 x (1250 x 1500)	-49	10,3	59,78	616,5	2503,33			
	ulko-ovi	-29	20	UO2	1,80	1,52	1000 x 2100	-49	2,1	74,48	156,4	2659,74			
		-29	20	YP	0,19	0,19	6540 x 7640	-49	50	9,31	465,2	3124,92	4 asuntoa		
	betoni	6	20	AP	0,73	0,73	6540 x 7640	-14	50	10,22	510,6	3635,57		142,40	
				Φvi	0,73	0,73	2 x (6000 x 7100 x 2520)		42,6	3,42	291,4	3926,95		142,40	
		-29	20	Φiv		0,30	1,2 x 0,2/3,6 x 51 x V	-49	42,6		495,8	4422,71	17690,84	284,80	15,52896
3h+k+s		20	20	VS2	0,33	0,33	2 x (6540 x 2850)	0	37,3	0	0	0,00			
		-29	20	US2.1	0,33	0,33	2 x (2385 x 2850)	-49	13,6	16,17	219,8	219,82	G 33, G 34		
väli		20	20	VS2.2	0,33	0,33	2 x (4155 x 2850)	0	23,7	0	0	219,82	G 35, G 36		
	maan sisässä	-12	20	US1.1	0,28	0,28	7540 x 2850	-32	21,5	8,96	192,5	412,36			
		-29	20	US1.2	0,28	0,28	7540 x 2850	-49	21,5	13,72	294,8	707,19	H 39, H 40		
	ikkunat	-29	20	UI	1,50	1,22	2 x (1250 x 1500)	-49	3,75	59,78	224,2	931,37	H 41, H 42		
	ulko-ovi	-29	20	UO	2,00	1,72	900 x 2100	-49	1,89	84,28	159,3	1090,66			
		-29	20	US1	0,28	0,28	2 x (7540 x 2850)	-49	43	13,72	589,7	1680,32			
	ikkunat	-29	20	UI	1,50	1,22	5,5 x (1250 x 1500)	-49	10,3	59,78	616,5	2296,80			
	ulko-ovi	-29	20	UO2	1,80	1,52	1000 x 2100	-49	2,1	74,48	156,4	2453,21			
		-29	20	YP	0,19	0,19	7540 x 6540	-49	49,3	9,31	459,1	2912,30	8 asuntoa		
	betoni	6	20	AP	0,73	0,73	7540 x 6540	-14	49,3	10,22	504	3416,26		140,54	
				Φvi	0,73	0,73	2 x (7100 x 6000 x 2520)		42,6	3,42	291,4	3707,64		140,54	
		-29	20	Φiv		0,30	1,2 x 0,2/3,6 x 51 x V	-49	42,6		495,8	4203,40	33627,22	281,08	14,95468
2h+k+s		-29	20	US1	0,28	0,28	7200 x 2850	-49	20,5	13,72	281,5	281,53			
	ikkunat	-29	20	UI	1,50	1,22	3 x (1250 x 1500)	-49	5,63	59,78	336,3	617,80	C 13, C 14		
	ulko-ovi	-29	20	UO	2,00	1,72	1000 x 2100	-49	2,15	84,28	181,2	799,00	D 17, D 18		
		-29	20	US1.2	0,28	0,28	7200 x 2850	-49	20,5	13,72	281,5	1080,53	I 45, I 46		
	ikkunat	-29	20	UI	1,50	1,22	1,5 x (1250 x 1500)	-49	2,81	59,78	168,1	1248,66	K 51		
	ulko-ovi	-29	20	UO2	1,80	1,52	900 x 2100	-49	1,89	74,48	140,8	1389,43			
		20	20	VS2	0,33	0,33	8830 x 2850	0	25,2	0	0	1389,43			
		-29	20	US2.1	0,33	0,33	(8830 x 2850)/2	-49	12,6	16,17	203,5	1592,89			
		-29	20	US2.2	0,33	0,33	(3110 x 2850)/2	-49	4,43	16,17	71,66	1664,56			
		-29	20	YP	0,19	0,19	8830 x 7200	-49	63,6	9,31	591,9	2256,45	7 asuntoa		
		6	20	AP	0,64	0,64	8830 x 7200	-14	63,6	8,96	569,6	2826,09			
				Φvi	0,64	0,64	2 x (8830 x 7200 x 2850)		63,6	3,42	434,9	3260,95		181,19	
		-29	20	Φiv		0,30	1,2 x 0,2/3,6 x 51 x V	-49	63,6		739,9	4000,82	28005,71	181,19	22,08058

2h+k+s		-29	20	US1	0,28	0,28	7200 x 2850	-49	20,5	13,72	281,5	281,53			
	ikkunat	-29	20	UI	1,50	1,22	3 x (1250 x 1500)	-49	5,63	59,78	336,3	617,80	C 12, C 15		
	ulko-ovi	-29	20	UO	2,00	1,72	1000 x 2100	-49	2,15	84,28	181,2	799,00	D 16, D 19		
		-29	20	US1.2	0,28	0,28	7200 x 2850	-49	20,5	13,72	281,5	1080,53	I 44, I 47		
	ikkunat	-29	20	UI	1,50	1,22	1,5 x (1250 x 1500)	-49	2,81	59,78	168,1	1248,66	J 48, J 49		
	ulko-ovi	-29	20	UO2	1,80	1,52	900 x 2100	-49	1,89	74,48	140,8	1389,43	K 50, K 52		
		20	20	VS2	0,33	0,33	8830 x 2850	0	25,2	0	0	1389,43			
		-29	20	US2	0,33	0,33	8830 x 2850	-49	25,2	16,17	406,9	1796,36			
		-29	20	YP	0,19	0,19	8830 x 7200	-49	63,6	9,31	591,9	2388,25	10 asuntoa		
		6	20	AP	0,64	0,64	8830 x 7200	-14	63,6	8,96	569,6	2957,89			
				Φvi	0,64	0,64	2 x (8830 x 7200 x 2850)		63,6	3,42	434,9	3392,75		181,19	
		-29	20	Φiv		0,30	1,2 x 0,2/3,6 x 51 x V	-49	63,6		739,9	4132,62	41326,17	181,19	22,80799
pesula		-29	20	US5	0,27	0,27	7230 x 2900	-49	21	13,23	277,4	277,39			
		-29	20	UI	1,50	1,23	1250 x 1250 + 3 x (650 x 1250)	-49	4	60,27	241,1	518,47			
		-29	20	US5.2	0,27	0,27	7230 x 2900	-49	21	13,23	277,4	795,87			
		-29	20	UI	1,50	1,23	2 x (650 x 1250)	-49	1,63	60,27	97,94	893,81			
		-29	20	UO	2,00	1,73	2 x (1000 x 2100)	-49	4,2	84,77	356	1249,84			
		-29	20	US5.3	0,27	0,27	8330 x 2900	-49	24,2	13,23	319,6	1569,44			
		-29	20	UO	2,00	1,73	1000 x 2100	-49	2,1	84,77	178	1747,45			
		-29	20	US5.4	0,27	0,27	8330 x 2900	-49	24,2	13,23	319,6	2067,05			
		-29	20	UI	1,50	1,23	1250 x 1250	-49	1,56	60,27	94,17	2161,22			
		-29	20	UO	2,00	1,73	1000 x 2100	-49	2,1	84,77	178	2339,24			
		-29	20	YP	0,19	0,19	7230 x 8330	-49	60,2	9,31	560,7	2899,94	52,00		
		6	20	AP	0,64	0,64	7230 x 8330	-14	60,2	8,96	539,6	2878,86			
				Φvi	0,64	0,64	7230 x 8330 x 2900		60,2	3,48	209,6	3109,53		171,64	
		-29	20	Φiv		0,30	1,2 x 0,2/3,6 x 51 x V	-49	60,2		700,9	3810,41	3810,41	171,64	22,19951
												111391,79			

tehontarpeen määrittäminen 2003

Tehontarpeen laskenta		työnnumero		suunnittelija		päivämäärä		sivujen							
		As. Oy Mäntylä		Keinänen Jorma		31.10.2105		lukumäärä 4							
tu = -32															
ts = 21															
tm = 4+2															
Huone		lämpötila		seinämä		mitat		Δt	A	ΔUΔt	Φ	ΣΦ	esiintymä	m³	w / m³
tyyppi	tunnus	tu	ts	tunnus	U	ΔU									
4h+k+s		-32	21	US2	0,33	0,33	2 x (8800 x 2850)	-53	50,2	17,49	877,30	877,30			
pääty		21	21	VS2.2	0,32	0,32	2 x (8800 x 2850)	0	50,2	0	0,00	877,30	A 1, A5		
		-32	21	US1	0,28	0,28	2 x (5900 x 2850)	-53	33,6	14,84	499,07	1376,37	B 6, B 11		
ikkunat		-32	21	UI	1,50	1,22	4,5 x (1250 x 1500)	-53	8,44	64,66	545,57	1921,94	E 21, E 25		
ulko-ovi		-32	21	UO	2,00	1,72	1000 x 2100	-53	2,1	91,16	191,44	2113,37			
		-32	21	US1.2	0,28	0,28	2 x (5900 x 2850)	-53	34,1	14,84	506,68	2620,05			
ikkunat		-32	21	UI	1,50	1,22	2,25 x (1250 x 1500)	-53	4,22	64,66	272,78	2892,84			
ulko-ovi		-32	21	UO2	1,80	1,52	900 x 2100	-53	1,89	80,56	152,26	3045,10			
		-32	21	YP	0,18	0,18	8660 x 5990	-53	51,9	9,54	494,87	3539,97	6 asuntoa		
betoni	6	21	AP	0,64	0,64		8660 x 5990	-15	51,9	9,6	497,98	4037,95		147,84	
				Φvi			2 x (8500 x 5500 x 2521)		46,8	3,42	319,77	4357,72		147,84	
		-32	21	Φiv		0,24	1,2 x 0,2/3,6 x 51 x V	-53	46,8		470,77	4828,50	28970,98	295,68	16,33023
3h+k+s		-32	21	US2.1	0,33	0,33	2 x (2375 x 2850)	-53	13,5	17,49	236,77	236,77			
väli		21	21	VS2.2	0,33	0,33	2 x (6285 x 2850)	0	35,8	0	0,00	236,77	A 2, A 3, A 4		
		21	21	VS2	0,33	0,33	2 x (8660 x 2850)	0	49,4	0	0,00	236,77	B 7, B 8		
		-32	21	US1.1	0,28	0,28	2 x (5400 x 2850)	-53	30,8	14,84	456,78	693,55	B 9, B 10		
ikkunat		-32	21	UI	1,50	1,22	2,25 x (1250 x 1500)	-53	4,22	64,66	272,78	966,33			
ulko-ovi		-32	21	UO2	1,80	1,52	900 x 2100	-53	1,89	80,56	152,26	1118,59			
		-32	21	US1.2	0,28	0,18	2 x (5400 x 2850)	-53	30,8	9,54	446,13	1564,72			
ikkunat		-32	21	UI	1,50	1,32	3,5 x (1250 x 1500)	-53	6,56	69,96	459,11	2023,83			
ulko-ovi		-32	21	UO	2,00	1,82	1000 x 2100	-53	2,1	96,46	202,57	2226,40			
		-32	21	YP	0,18	0,18	8660 x 5400	-53	46,8	9,54	446,13	2672,52	7 asuntoa		
betoni	6	21	AP	0,64	0,64		8660 x 5400	-15	46,8	9,6	448,93	3121,46		133,28	
				Φvi			2 x (8500 x 5210 x 2521)		44,2	3,42	302,33	3423,79		133,28	
		-32	21	Φiv		0,24	1,2 x 0,2/3,6 x 51 x V	-53	44,2		445,09	3868,88	27082,17	266,55	14,51433

3h+k+s		21	21	VS2	0,33	0,33	2 x (8660 x 2850)	0	49,4	0	0,00	0,00		
väli		-32	21	US2.1	0,33	0,33	2 x (1000 x 2850)	-53	5,7	17,49	99,69	99,69	E 21, E 21	
		21	21	VS2.2	0,33	0,33	2 x (7660 x 2850)	0	43,7	0	0,00	99,69	E 23, E 24	
		-32	21	US1	0,28	0,28	2 x (5400 x 2850)	-53	30,8	14,84	456,78	556,47		
ikkunat		-32	21	UI	1,50	1,22	3,5 x (1250 x 1500)	-53	6,56	64,66	424,33	980,80		
ulko-ovi		-32	21	UO	2,00	1,72	1000 x 2100	-53	2,1	91,16	191,44	1172,24		
		-32	21	US1.2	0,28	0,28	2 x (5400 x 2850)	-53	30,8	14,84	456,78	1629,01		
ikkunat		-32	21	UI	1,50	1,22	2,25 x (1250 x 1500)	-53	4,22	64,66	272,78	1901,80		
ulko-ovi		-32	21	UO2	1,80	1,52	900 x 2100	-53	1,89	80,56	152,26	2054,05		
		-32	21	YP	0,18	0,18	8660 x 5400	-53	46,8	9,54	446,13	2500,18	4 asuntoa	
betoni		6	21	AP	0,64	0,64	8660 x 5400	-15	46,8	9,6	448,93	2949,12	133,28	
				Φvi			2 x (8500 x 5210 x 2521)		44,2	3,42	302,33	3251,44	133,28	
		-32	21	Φiv		0,24	1,2 x 0,2/3,6 x 51 x V	-53	44,2		445,09	3696,54	14786,15	13,86784
3h+k+s		-32	21	US2	0,33	0,33	2 x (6560 x 2850)	-53	37,4	17,49	653,99	653,99		
		-32	21	US2.1	0,33	0,09	2 x (1000 x 2850)	-53	5,7	4,77	27,19	681,18	F 26, F 31	
F		21	21	VS2.2	0,33	0,33	2 x (5560 x 2850)	0	31,7	0	0,00	681,18		
pääty		-32	21	US1	0,28	0,28	2 x (7640 x 2850)	-53	43,5	14,84	646,25	1327,43		
ikkunat		-32	21	UI	1,50	1,22	3,5 x (1250 x 1500)	-53	4,22	64,66	272,78	1600,21		
ulko-ovi		-32	21	UO	2,00	1,72	1000 x 2100	-53	2,1	91,16	191,44	1791,65		
		-32	21	US1.2	0,28	0,28	2 x (7640 x 2850)	-53	43,5	14,84	646,25	2437,90		
ikkunat		-32	21	UI	1,50	1,22	2,25 x (1250 x 1500)	-53	4,22	64,66	272,78	2710,68		
ulko-ovi		-32	21	UO2	1,80	1,52	900 x 2100	-53	1,89	80,56	152,26	2862,94		
		-32	21	YP	0,18	0,18	7640 x 6560	-53	50,1	9,54	478,13	3341,07	2 asuntoa	
betoni		6	21	AP	0,64	0,64	7640 x 6560	-15	50,1	9,6	481,14	3822,21	142,84	
				Φvi			2 x (7210 x 6000 x 2521)		43,2	3,42	295,49	4117,70	142,84	
		-32	21	Φiv		0,24	1,2 x 0,2/3,6 x 51 x V	-53	43,2		435,02	4552,72	9105,44	15,93672
3h+k+s		21	21	VS2	0,33	0,33	2 x (6560 x 2850)	0	37,4	0	0,00	0,00		
		-32	21	US2.1	0,33	0,33	2 x (1000 x 2850)	-53	5,7	17,49	99,69	99,69	F 27, F 28	
F		21	21	VS2.2	0,33	0,33	2 x (5560 x 2850)	0	31,7	0	0,00	99,69	F 32, F 30	
väli		-32	21	US1	0,28	0,28	2 x (7450 x 2850)	-53	42,5	14,84	630,18	729,87		
ikkunat		-32	21	UI	1,50	1,22	3,5 x (1250 x 1500)	-53	4,22	64,66	272,78	1002,66		
ulko-ovi		-32	21	UO	2,00	1,72	1000 x 2100	-53	2,1	91,16	191,44	1194,09		
		-21	21	US1.2	0,28	0,28	2 x (7540 x 2850)	-42	42,5	11,76	499,39	1693,48		
ikkunat		-32	21	UI	1,50	1,22	2,25 x (1250 x 1500)	-53	4,22	64,66	272,78	1966,27		
ulko-ovi		-32	21	UO2	1,80	1,52	900 x 2100	-53	1,89	80,56	152,26	2118,53		
		-32	21	YP	0,18	0,18	7540 x 6560	-53	48,9	9,54	466,24	2584,76	4 asuntoa	
betoni		6	21	AP	0,64	0,64	7540 x 6560	-15	48,9	9,6	469,17	3053,94	139,29	
				Φvi			2 x (7210 x 6000 x 2521)		43,2	3,42	295,49	3349,42	139,29	
		-32	21	Φiv		0,24	1,2 x 0,2/3,6 x 51 x V	-53	43,2		435,02	3784,45	15137,79	13,58525

tehontarpeen määrittäminen 2003

3h+k+s		21	21	VS2	0,33	0,33	2 x (6540 x 2850)	0	37,3	0	0,00	0,00			
	1/3 maan sisä	-18	21	US2.1	0,33	0,33	6540 x 2850	-39	18,6	12,87	239,88	239,88	G 32, G 37		
pääty		-32	21	US2.2	0,33	0,33	6540 x 2850	-53	18,6	17,49	326,00	565,88	H 38, H 43		
	maan sisäissä	-12	21	US1.1	0,28	0,28	7640 x 2850	-33	21,8	9,24	201,72	767,60			
		-32	21	US1.2	0,28	0,28	7640 x 2850	-53	21,8	14,84	323,13	1090,72			
ikkunat		-32	21	UI	1,50	1,22	2 x (1250 x 1500)	-53	3,75	64,66	242,48	1333,20			
ulko-ovi		-32	21	UO	2,00	1,72	900 x 2100	-53	1,89	91,16	172,29	1505,49			
		-32	21	US1	0,28	0,28	2 x (6540 x 2850)	-53	34,5	14,84	512,60	2018,10			
ikkunat		-32	21	UI	1,50	1,22	5,5 x (1250 x 1500)	-53	10,3	64,66	666,81	2684,90			
ulko-ovi		-32	21	UO2	1,80	1,52	1000 x 2100	-53	2,1	80,56	169,18	2854,08			
		-32	21	YP	0,18	0,18	6540 x 7640	-53	50	9,54	476,67	3330,75	4 asuntoa		
betoni		6	21	AP	0,64	0,64	6540 x 7640	-15	50	9,6	479,67	3810,42		142,40	
				Φvi	0,64	0,64	2 x (6000 x 7100 x 2521)		42,6	3,42	291,38	4101,80		142,40	
		-32	21	Φiv		0,24	1,2 x 0,2/3,6 x 51 x V	-53	42,6		428,98	4530,79	18123,14	284,80	15,90844
3h+k+s		21	21	VS2	0,33	0,33	2 x (6540 x 2850)	0	37,3	0	0,00	0,00			
		-32	21	US2.1	0,33	0,33	2 x (2385 x 2850)	-53	13,6	17,49	237,77	237,77	G 33, G 34		
väli		21	21	VS2.2	0,33	0,33	2 x (4155 x 2850)	0	23,7	0	0,00	237,77	G 35, G 36		
	maan sisäissä	-12	21	US1.1	0,28	0,28	7540 x 2850	-33	21,5	9,24	198,56	436,33			
		-32	21	US1.2	0,28	0,28	7540 x 2850	-53	21,5	14,84	318,90	755,22	H 39, H 40		
ikkunat		-32	21	UI	1,50	1,22	2 x (1250 x 1500)	-53	3,75	64,66	242,48	997,70	H 41, H 42		
ulko-ovi		-32	21	UO	2,00	1,72	900 x 2100	-53	1,89	91,16	172,29	1169,99			
		-32	21	US1	0,28	0,28	2 x (7540 x 2850)	-53	43	14,84	637,79	1807,78			
ikkunat		-32	21	UI	1,50	1,22	5,5 x (1250 x 1500)	-53	10,3	64,66	666,81	2474,59			
ulko-ovi		-32	21	UO2	1,80	1,52	1000 x 2100	-53	2,1	80,56	169,18	2643,77			
		-32	21	YP	0,18	0,18	7540 x 6540	-53	49,3	9,54	470,43	3114,20	8 asuntoa		
betoni		6	21	AP	0,64	0,64	7540 x 6540	-15	49,3	9,6	473,39	3587,59		140,54	
				Φvi	0,64	0,64	2 x (7100 x 6000 x 2521)		42,6	3,42	291,38	3878,97		140,54	
		-32	21	Φiv		0,24	1,2 x 0,2/3,6 x 51 x V	-53	42,6		428,98	4307,96	34463,65	281,08	15,32665
2h+k+s		-32	21	US1	0,28	0,28	7210 x 2850	-53	20,5	14,84	304,52	304,52			
ikkunat		-32	21	UI	1,50	1,22	3 x (1250 x 1500)	-53	5,63	64,66	363,71	668,23	C 13, C 14		
ulko-ovi		-32	21	UO	2,00	1,72	1000 x 2100	-53	2,15	91,16	195,99	864,22	D 17, D 18		
		-32	21	US1.2	0,28	0,28	7210 x 2850	-53	20,5	14,84	304,52	1168,74	I 44, I 47		
ikkunat		-32	21	UI	1,50	1,22	1,5 x (1250 x 1500)	-53	2,81	64,66	181,86	1350,60	K 51		
ulko-ovi		-32	21	UO2	1,80	1,52	900 x 2100	-53	1,89	80,56	152,26	1502,85			
		21	21	VS2	0,33	0,33	8830 x 2850	0	25,2	0	0,00	1502,85			
		-32	21	US2.1	0,33	0,33	(8830 x 2850)/2	-53	12,6	17,49	220,07	1722,93			
		-32	21	US2.2	0,33	0,33	(3110 x 2850)/2	-53	4,43	17,49	77,51	1800,44			
		-32	21	YP	0,18	0,18	8830 x 7210	-53	63,6	9,54	606,52	2406,95	7 asuntoa		
		6	21	AP	0,64	0,64	8830 x 7210	-15	63,6	9,6	610,33	3017,28			
				Φvi	0,64	0,00	2 x (8830 x 7210 x 2850)		63,6	3,42	0,00	3017,28		181,19	
		-32	21	Φiv		0,24	1,2 x 0,2/3,6 x 51 x V	-53	63,6		640,21	3657,49	25602,45	181,19	20,18578

2h+k+s		-32	21	US1	0,28	0,28	7210 x 2850	-53	20,5	14,84	304,52	304,52			
ikkunat		-32	21	UI	1,50	1,22	3 x (1250 x 1500)	-53	5,63	64,66	363,71	668,23	C 12, C 15		
ulko-ovi		-32	21	UO	2,00	1,72	1000 x 2100	-53	2,15	91,16	195,99	864,22	D 16, D 19		
		-32	21	US1.2	0,28	0,28	7210 x 2850	-53	20,5	14,84	304,52	1168,74	I 44, I 47		
ikkunat		-32	21	UI	1,50	1,22	1,5 x (1250 x 1500)	-53	2,81	64,66	181,86	1350,60	J 48, J 49		
ulko-ovi		-32	21	UO2	1,80	1,52	900 x 2100	-53	1,89	80,56	152,26	1502,85	K 50, K 52		
		21	21	VS2	0,33	0,64	8830 x 2850	-15	25,2	9,6	610,33	2113,18			
		-32	21	US2	0,33	0,33	8830 x 2850	-53	25,2	17,49	440,14	2553,33			
		-32	21	YP	0,18	0,18	8830 x 7210	-53	63,6	9,54	572,18	3125,51	10 asuntoa		
		6	21	AP	0,64	0,64	8830 x 7210	-15	63,6	9,6	610,33	3735,84			
				Φvi	0,64	0,64	2 x (8830 x 7210 x 2850)		63,6	3,42	434,86	4170,70		181,19	
		-32	21	Φiv		0,24	1,2 x 0,2/3,6 x 51 x V	-53	63,6		640,21	4810,91	48109,13	181,19	26,55152
pesula		-32	21	US5	0,27	0,27	7230 x 3200	-53	21	14,31	300,04	300,04			
		-32	21	UI	1,50	1,23	1250 x 1250 + 3 x (650 x 1250)	-53	4	65,19	260,76	560,80			
		-32	21	US5.2	0,27	0,27	7230 x 3200	-53	21	14,31	300,04	860,84			
		-32	21	UI	1,50	1,23	2 x (650 x 1250)	-53	1,63	65,19	105,93	966,77			
		-32	21	UO	2,00	1,73	2 x (1000 x 2100)	-53	4,2	91,69	385,10	1351,87			
		-32	21	US5.3	0,27	0,27	8330 x 3200	-53	24,2	14,31	345,69	1697,55			
		-32	21	UO	2,00	1,73	1000 x 2100	-53	2,1	91,69	192,55	1890,10			
		-32	21	US5.4	0,27	0,27	8330 x 3200	-53	24,2	14,31	345,69	2235,79			
		-32	21	UI	1,50	1,23	1250 x 1250	-53	1,56	65,19	101,86	2337,65			
		-32	21	UO	2,00	1,73	1000 x 2100	-53	2,1	91,69	192,55	2530,20			
		-32	21	YP	0,18	0,18	7230 x 8330	-53	60,2	9,54	574,56	3104,75	52,00		
		6	21	AP	0,64	0,64	7230 x 8330	-15	60,2	9,6	578,17	3108,37			
				Φvi	0,64	0,64	7230 x 8330 x 3200		60,2	3,48	209,59	3314,34		171,64	
		-32	21	Φiv		0,24	1,2 x 0,2/3,6 x 51 x V	-53	60,2		606,47	3920,81	3920,81	171,64	22,84273
												112805,00			

[illegible]

LV 75 putkistomitoitukset ja virtaamat 1981

				36,2	2	0,007	14	0,59	haara I- ja J- taloille LV40					0,60		
H42	4203	0,100	0,1001	26,2	4	0,009	36	0,19		5	0,36	36,36	45152,06	0,21		
3h+k+s		0,300	360,26													
H43	4423	0,105	0,1053	26,2	7	0,0018	12,6	0,20		5	0,40	13,00	45165,06	0,11		
3h+k+s		0,300	379,11													
I44	4133	0,098	0,0984	32,6	12	0,025	300	0,12		5	0,15	300,15	45452,21	0,60		
2h+k+s		0,300	354,26													
I45	4001	0,095	0,0953	26,2	7	0,05	350	0,18		5	0,33	350,33	45802,53	0,49		
2h+k+s		0,300	342,94													
I46	4001	0,095	0,0953	26,2	7	0,032	224	0,18		5	0,33	224,33	46026,86	0,39		
2h+k+s		0,300	342,94													
				26,2	2	0,025	50	0,55	haara J- talolle					0,30		
J48	4133	0,098	0,0984	26,2	12	0,027	324	0,18		5	0,35	324,35	46351,21	0,20		
2h+k+s		0,300	354,26													
J49	4133	0,098	0,0984	20,4	7	0,009	63	0,30		5	0,95	63,95	46415,16	0,10		
2h+k+s		0,300	354,26													
I47	4133	0,098	0,0984	20,4	6	0,0016	9,6	0,30		5	0,95	10,55	46425,71	0,10		
2h+k+s		0,300	354,26													
				23,2	43	0,03	1290	0,92	haara C- talolle					0,39		
C15	4133	0,098	0,0984	23,2	5	0,03	150	0,23		5	0,57	150,57	46576,28	0,39		
2h+k+s		0,300	354,26													
C14	4001	0,095	0,0953	23,2	7	0,02	140	0,23		5	0,53	140,53	46716,82	0,29		
2h+k+s		0,300	342,94													
C13	4001	0,095	0,0953	20	7	0,27	1890	0,30		5	0,97	1890,97	48607,78	0,19		
2h+k+s		0,300	342,94													
C12	4133	0,098	0,0984	20	12	0,008	96	0,31		5	1,03	97,03	48704,81	0,10		
2h+k+s		0,300	354,26													
							72014					20944,04	69648,85	Pa		
														3,50	l/s	

LV 50 putkistomitoitukset ja virtaamat 1981

putkilaskentalomake			työnnumero		suunnittelija		31.10.2005		sivu 1/2						
lämpöpötkiston LV 50 tarkastelu															
As. oy Mäntylä															
huoneisto	[W]	LV l/s	[l/s]	[l/h]	[m]	[Pa/m]	[Pa]	[m/s]	-	[Pa]	[Pa]	[Pa]	Σ q _v	m ³	w / m ³
tyyppi	Φ		q _v	d	l	R	R _{xl}	v	Σξ	Z	Δp	ΣΔp			
A1	4583	0,109	0,1091	20,4	10	0,065	650	0,33	5	1,17	651,17	651,17	0,11		
4h+k+s			392,83												
A2	3653	0,087	0,087	20,4	5	0,23	1150	0,27	5	0,74	1150,74	1801,91	0,20		
3h+k+s			313,11												
A3	3653	0,087	0,087	26,2	5	0,23	1150	0,16	5	0,27	1150,27	2952,19	0,28		
3h+k+s			313,11												
A4	3629	0,086	0,0864	26,2	3	0,36	1080	0,16	5	0,27	1080,27	4032,46	0,37		
3h+k+s			311,06												
A5	4583	0,109	0,1091	32,6	10	0,2	2000	0,13	5	0,18	2000,18	6032,64	0,48		
4h+k+s			392,83												
haara lj-huoneelle LV50													1,04		
B6	4583	0,109	0,1091	32,6	4	0,27	1080	0,13	5	0,18	1080,18	7112,82	0,57		
4h+k+s			392,83												
B7	3629	0,086	0,0864	26,2	6	0,2	1200	0,16	5	0,27	1200,27	8313,09	0,46		
3h+k+s			311,06												
B8	3653	0,087	0,087	26,2	5	0,36	1800	0,16	5	0,27	1800,27	10113,36	0,37		
3h+k+s			313,11												
B9	3653	0,087	0,087	26,2	6	0,23	1380	0,16	5	0,27	1380,27	11493,63	0,28		
3h+k+s			313,11												
B10	3629	0,086	0,0864	20,4	5	0,23	1150	0,26	5	0,73	1150,73	12644,37	0,20		
3h+k+s			311,06												
B11	4583	0,109	0,1091	20,4	10	0,065	650	0,33	5	1,17	651,17	13295,54	0,11		
4h+k+s			392,83												
runkoputki			1,04	32,6	18	0,18	3240	1,25							
			0,00	40,8	10	0,18	1800	0,00							
D16	4133	0,098	0,0984	40,8	7	0,3	2100	0,08	5	0,06	2100,06	15395,60	1,14		

2h+k+s			354,26												
D17	4001	0,095	0,0953	40,8	7	0,34	2380	0,07	5	0,06	2380,06	17775,65	1,24		
2h+k+s			342,94												
D18	4001	0,095	0,0953	20,4	4	0,37	1480	0,29	5	0,89	1480,89	19256,54	1,33		
2h+k+s			342,94												
haara lj-huoneelle LV50													1,43		
D19	4133	0,098	0,0984	36,2	4	0,3	1200	0,10	5	0,10	1200,10	20456,64	0,10		
2h+k+s			354,26												
lämmönjaon liityntä			1,43	36,2	7	0,4	2800	1,39				26496,64 Pa			
												1,43 l/s			
							25490								

G32	4423	0,600	7,800	40,8	7	0,16	112	0,60		1,5	1,15	113,15	126026,57	0,79		
3h+k+s			28080													
G33	4018	0,600	8,400	40,8	7	0,18	126	0,62		1,5	1,21	127,21	126153,78	0,81		
3h+k+s			30240													
G34	4018	0,600	9,000	40,8	6	0,2	120	0,64	läpi haara + 2xsup + haara paluu	1,5	1,30	121,30	126275,08	0,84		
3h+k+s			32400													
			10,500	26,6	28	0,17	4760	0,74	haara K-talolle LV32					0,90		
K50	3954	0,500	1,500	26,6	5	0,4	2000	0,74		1,5	1,71	2001,71	7108,19	0,41		
2h+k+s			5400													
K51	3822	0,500	1,000	20,4	5	0,3	1500	1,10		1,5	3,82	1503,82	5106,48	0,36		
2h+k+s			3600													
K52	3954	0,500	0,500	20,4	8	0,45	3600	0,92		1,5	2,65	3602,65	3602,65	0,30		
2h+k+s			1800						haara loppu G-talolle					0,90		
G35	4018	0,600	11,100	51,4	2	0,2	400	0,44		1,5	0,62	400,62	126675,70	0,92		
3h+k+s			39960													
G36	4018	0,600	11,700	51,4	7	0,22	1540	0,46		1,5	0,66	1540,66	128216,36	0,95		
3h+k+s			42120													
G37	4423	0,600	12,300	51,4	8	0,23	1840	0,47		1,5	0,69	1840,69	130057,05	0,97		
3h+k+s			44280													
				51,4	4	0,23	920	0,47						0,97		
haara lämpökeskukselle LV1			21,500	61,2	12	0,5	6000	0,45	jako + 2 x sup + paluu	7,5	3,17	6003,17	136060,22	1,32		
pesula	3921	0,600	0,6	61,2	8	0,3	2400	0,204	haara lämpökeskukselle C-taloilta					0,45		
									haara läpi + haara paluu	0,5	0,06	288,06	136348,29	0,73		
H38	4423	0,600	6,600	40,8	14	0,125	1750	5,05		1,5	80,27	1830,27	20419,14	0,73		
3h+k+s			23760													
H39	4018	0,600	6,000	40,8	4	0,12	480	4,59		1,5	66,34	546,34	18588,87	0,70		
3h+k+s			21600													
H40	4018	0,600	5,400	40,8	4	0,115	460	4,13		1,5	53,74	513,74	18042,52	0,67		
3h+k+s			19440													
H41	4018	0,600	4,800	40,8	4	0,1	400	3,67		1,5	42,46	442,46	17528,79	0,63		

LITE 7 (2)

LKV 75 putkistomitoitukset ja virtaamat 1981

3h+k+s			17280	32,6	2	0,06	120	0,63	haara I- ja J- taloille LV40					0,53		
H42 3h+k+s	4018	0,600	1,200 4320	26,2	4	0,05	200	2,23		1,5	15,61	215,61	359,51	0,38		
H43 3h+k+s	4423	0,600	0,600 2160	26,2	7	0,02	140	1,11		1,5	3,90	143,90	143,90	0,31		
I44 2h+k+s	3954	0,500	3,000 10800	32,6	12	0,2	2400	3,59		1,5	40,69	2440,69	17086,33	0,53		
I45 2h+k+s	3822	0,500	2,500 9000	26,2	7	0,55	3850	4,64		1,5	67,73	3917,73	14645,63	0,49		
I46 2h+k+s	3822	0,500	2,000 7200	26,2	7	0,45	3150	3,71		1,5	43,35	3193,35	10727,90	0,45		
J48 2h+k+s	3954	0,500	1,000 3600	26,2	12	0,3	3600	1,85		1,5	10,84	3610,84	7534,55	0,36		
J49 2h+k+s	3954	0,500	0,500 1800	20,4	7	0,25	1750	1,53		1,5	7,37	1757,37	3923,71	0,30		
I47 2h+k+s	3954	0,500	1,500 5400	20,4	6	0,35	2100	4,59		1,5	66,34	2166,34	2166,34	0,41		
C15 2h+k+s	3954	0,500	2,000 7200	26,2	5	0,55	2750	0,83		1,5	2,19	2752,19	9344,49	0,45		
C14 2h+k+s	3822	0,500	1,500 5400	26,2	7	0,38	2660	0,76		1,5	1,82	2661,82	6592,30	0,41		
C13 2h+k+s	3822	0,500	1,000 3600	20,4	7	0,48	3360	1,10		1,5	3,82	3363,82	3930,48	0,36		
C12 2h+k+s	3954	0,500	0,500 1800	20,4	12	0,047	564	0,92		1,5	2,65	566,65	566,65	0,30		
							239970					5680,00	142028,29	Pa		
													1,32	l/s		

LKV 50 putkistomitoitukset ja virtaamat 1981

[illegible]

[illegible]

LIITE 9 (2)

LV 75 putkistomitoitukset ja virtaamat 2005

				32,6	2	0,007	14	0,080	haara I- ja J- taloille LV40					0,67		
H42	5281	0,126	0,1257	26,2	4	0,009	36	0,233	5	0,571134	36,57113	45123,84		0,26		
3h+k+s		452,657	452,66													
H43	5504	0,131	0,131	26,2	7	0,0018	12,6	0,243	5	0,620387	13,22039	45137,06		0,13		
3h+k+s		471,771	471,77													
I44	4891	0,116	0,1165	32,6	12	0,025	300	0,140	5	0,204379	300,2044	45424,04		0,67		
2h+k+s		419,229	419,23													
I45	4280	0,102	0,1019	26,2	7	0,05	350	0,189	5	0,37514	350,3751	45774,41		0,55		
2h+k+s		366,857	366,86													
I46	4280	0,102	0,1019	26,2	7	0,032	224	0,189	5	0,37514	224,3751	45998,79		0,45		
2h+k+s		366,857	366,86													
				26,2	2	0,025	50	0,065	haara J- taloille					0,35		
J48	4891	0,116	0,1165	26,2	12	0,027	324	0,216	5	0,489893	324,4899	46323,28		0,23		
2h+k+s		419,229	419,23													
J49	4891	0,116	0,1165	20,4	7	0,009	63	0,356	5	1,332863	64,33286	46387,61		0,12		
2h+k+s		419,229	419,23													
I47	4891	0,116	0,1165	23,2	6	0,0016	9,6	0,275	5	0,796809	10,39681	46398,01		0,12		
2h+k+s		419,229	419,23													
				26,2	43	0,03	1290	0,858	haara C- taloille					0,46		
C15	4891	0,116	0,1165	26,2	5	0,03	150	0,216	5	0,489893	150,4899	46548,5		0,46		
2h+k+s		419,229	419,23													
C14	4820	0,115	0,1148	26,2	7	0,02	140	0,213	5	0,475773	140,4758	46688,97		0,35		
2h+k+s		413,143	413,14													
C13	4820	0,115	0,1148	20,4	7	0,27	1890	0,351	5	1,294447	1891,294	48580,27		0,23		
2h+k+s		413,143	413,14													
C12	4891	0,116	0,1165	20,4	12	0,008	96	0,356	5	1,332863	97,33286	48677,6		0,12		
2h+k+s		419,229	419,23													
							72049,8				20980	69657,6	Pa			
												4,57	l/s			

LV 50 putkistomitoitukset ja virtaamat 2005

[illegible]

LKV 75 putkistomitoitukset ja virtaamat 2005

G32	4530	0,600	7,800	40,8	7	0,16	112	0,60		1,5	1,15	113,15	126026,57	0,79	
3h+k+s			28080												
G33	4308	0,600	8,400	40,8	7	0,18	126	0,62		1,5	1,21	127,21	126153,78	0,81	
3h+k+s			30240												
G34	4308	0,600	9,000	40,8	6	0,2	120	0,64	läpi haara + 2xsup + haara paluu	1,5	1,30	121,30	126275,08	0,84	
3h+k+s			32400												
			10,500	26,2	28	0,17	4760	0,76	haara K-talolle LV32					0,90	
K50	3954	0,500	1,500	26,2	5	0,4	2000	0,76		1,5	1,82	2001,82	7108,30	0,41	
2h+k+s			5400												
K51	3822	0,500	1,000	20,4	5	0,3	1500	1,10		1,5	3,82	1503,82	5106,48	0,36	
2h+k+s			3600												
K52	3954	0,500	0,500	20,4	8	0,45	3600	0,92		1,5	2,65	3602,65	3602,65	0,30	
2h+k+s			1800												
									haara loppu G-talolle					0,90	
G35	4308	0,600	11,100	40,8	2	0,2	400	0,70		1,5	1,56	401,56	126676,64	0,92	
3h+k+s			39960												
G36	4308	0,600	11,700	40,8	7	0,22	1540	0,73		1,5	1,66	1541,66	128218,30	0,95	
3h+k+s			42120												
G37	4530	0,600	12,300	40,8	8	0,23	1840	0,74		1,5	1,73	1841,73	130060,04	0,97	
3h+k+s			44280												
				36,2	4	0,23	920	0,94						0,97	
haara lämpökeskukselle L				20,900	51,4	12	0,5	6000	0,62	jako + 2 x sup + paluu	7,5	6,09	6006,09	136066,13	1,29
pesula	3921	0,600	21,500	51,4	8	0,3	2400	0,636	6 x kayrä	3	2,55	2402,55	138468,68	1,32	
									haara lämpökeskukselle C-taloilta					0,45	
		G/H C-haaraan lämpökesk		51,4	18	0,016	288	0,35	haara läpi + haara paluu	0,5	0,13	288,13	138756,81	0,73	
H38	4530	0,600	6,600	40,8	14	0,125	1750	5,05		1,5	80,27	1830,27	20508,03	0,73	
3h+k+s			23760												
H39	4308	0,600	6,000	40,8	4	0,12	480	4,59		1,5	66,34	546,34	18677,75	0,70	
3h+k+s			21600												
H40	4308	0,600	5,400	40,8	4	0,115	460	4,13		1,5	53,74	513,74	18131,41	0,67	
3h+k+s			19440												
H41	4308	0,600	4,800	40,8	4	0,1	400	3,67		1,5	42,46	442,46	17617,67	0,63	

LITE 11 (2)

LKV 75 putkistomitoitukset ja virtaamat 2005

[illegible]

LKV 50 putkistomitoitukset ja virtaamat 2005

Putkilaskentalomake			työnnumero		suunnittelija				suunnittelija				31.10.2005		
lämpimän käyttövesiputkiston (LV 50) tarkastelu															sivu 1/2
As. oy Mäntylä															
huoneisto	[W]	[l/s]	[l/s]/[l/h]	[mm]	[m]	[kPa/m]	[Pa]	[m/s]	-	[Pa]	[Pa]	[Pa]			
tyyppi	Φ	LKV	q _v	d	l	R	R _{kl}	v	Σξ	Z	Δp	ΣΔp	ā		
A1	4789	0,6	0,6	20,4	10	0,47	4700	0,18	2	0,141531	4700,142	4700,142	0,6		
4h+k+s			2160												
A2	3790	0,6	1,2	20,4	5	0,75	3750	0,37	2	0,566124	3750,566	8450,708	1,2		
3h+k+s			4320												
A3	3790	0,6	1,8	26,2	5	0,5	2500	0,33	2	0,468176	2500,468	10951,18	1,8		
3h+k+s			6480												
A4	3790	0,6	2,4	26,2	3	0,55	1650	0,45	2	0,832313	1650,832	12602,01	2,4		
3h+k+s			8640												
A5	4789	0,6	3	32,6	10	0,23	2300	0,36	2	0,542552	2300,543	14902,55	3		
4h+k+s			10800												
			6,6						haara lämmönjakohuoneelle LV50						
B6	4789	0,6	3,6	32,6	4	0,35	1400	0,431	2	0,781275	1400,781	16303,33	3,6		
4h+k+s			12960												
B7	3790	0,6	3	26,2	6	0,23	1380	0,556	2	1,30049	1381,3	17684,63	3		
3h+k+s			10800												
B8	3790	0,6	2,4	26,2	5	0,55	2750	0,445	2	0,832313	2750,832	20435,46	2,4		
3h+k+s			8640												
B9	3790	0,6	1,8	26,2	6	0,5	3000	0,334	2	0,468176	3000,468	23435,93	1,8		
3h+k+s			6480												
B10	3790	0,6	1,2	20,4	5	0,75	3750	0,367	2	0,566124	3750,566	27186,5	1,2		
3h+k+s			4320												
B11	4789	0,6	0,6	20,4	10	0,47	4700	0,184	2	0,141531	4700,142	31886,64	0,6		
4h+k+s			2160												
runkoputki				32,6	18	0,15	2700	0							
runkoputki				40,8	10	0,15	1500	0,043							
D16	4201	0,5	7,1	40,8	7	0,15	1050	0,543	2	1,238641	1051,239	32937,88	7,1		

2h+k+s			25560											
D17	3658	0,5	7,6	40,8	7	0,16	1120	0,581		2	1,419241	1121,419	34059,3	7,6
2h+k+s			27360											
D18	3658	0,5	8,1	40,8	4	0,17	680	0,62		2	1,612126	681,6121	34740,91	8,1
2h+k+s			29160											
									haara lämmönjakohuoneelle LV50					
D19	4201	0,5	8,6	20,4	8	0,0035	28	2,631	2,631165918	2	29,07674	57,07674	34797,99	8,6
2h+k+s			30960											
lämmönjakohuone				40,8	7	0,17	1,19	0,063					36299,18	Pa
							38959,19						0,82	l/s

kulutusseuranta 1993- 2005

As. Oy Savonlinnan Mäntylä

Energiaseuranta

kk \ v	1993			1994		
	Lämpö [MWh]	vesimäärä [m ³]	kylmävesi [m ³]	Lämpö [MWh]	vesimäärä [m ³]	kylmävesi [m ³]
tammi				1560,75	55276,4	23201
helmi				1661,91	57086,1	23703
maalis				1750,99	59225,7	24346
huhti				1810,29	61124,0	24904
touko				1855,44	62190,6	25442
kesä				1889,30	64078,0	25931
heinä	1145,24	44107,7	19734	1917,31	65144,6	26423
elo	1182,34	45305,2	20376	1947,40	66415,8	26931
syys	1234,94	47048,5	20960	1988,97	68121,2	27485
loka	1303,23	44004,0	21545	2047,76	69722,7	28051
marras	1383,76	51039,1	22059	2126,87	71561,4	28637
joulu	1475,02	53272,1	22659	2212,18	73723,7	29220
yhteensä	329,78	9164,40	2925,00	651,43	18447,30	6019,00

kk \ v	1995			1996		
	Lämpö [MWh]	vesimäärä [m ³]	kylmävesi [m ³]	Lämpö [MWh]	vesimäärä [m ³]	kylmävesi [m ³]
tammi	2297,62	75749,9	29734	3017,44	95835,6	35885
helmi	2373,18	77761,5	30209	3121,87	97831,0	36362
maalis	2448,93	80014,9	30847	3201,80	99532,9	36897
huhti	2512,93	82388,7	31309	3268,40	1190,8	37479
touko	2564,07	84298,2	31850	3317,88	2410,4	38076
kesä	2595,30	85459,6	32346	3351,24	3264,9	38611
heinä	2626,68	86643,3	32817	3382,38	4080,2	39126
elo	2677,99	87806,7	33331	3412,73	4832,1	39711
syys	2696,61	88853,6	33824	3468,64	6231,7	40267
loka	2745,87	90171,2	34353	3529,53	10073,5	40864
marras	2824,00	92013,0	34838	3553,38	16099,2	41493
joulu	2926,95	94060,3	35403	3514,82	46402,3	42275
yhteensä	629,33	18310,40	5669,00	497,38	50566,70	6390

kk \ v	1997			1998		
	Lämpö [MWh]	vesimäärä [m ³]	kylmävesi [m ³]	Lämpö [MWh]	vesimäärä [m ³]	kylmävesi [m ³]
tammi	3617,64	48401,8	42838	4916,71	79870,9	53877
helmi	3699,04	50037,9	43303			55320
maalis	3776,14	52057,6	43803			56790
huhti	3846,72	53854,9	44362			
touko	3696,37	55026,2	44903			
kesä	3928,51	55809,4	45406			
heinä	3957,52	56574,5	45900			
elo	3983,14	57200,6	46333			
syys	4021,75	58087,4	46831			
loka	4091,33	60218,9	47384			
marras	4165,45	62159,2	47868			
joulu	4245,13	64037,2	48343			
yhteensä	627,49	15635,40	5505,00	-4916,71	-79870,90	-53877

As. Oy Savonlinnan Mäntylä

Energiaseuranta

kk \ v	1999			2000		
	Lämpö [MWh]	vesimäärä [m ³]	kylmävesi [m ³]	Lämpö [MWh]	vesimäärä [m ³]	kylmävesi [m ³]
tammi				5854,45	1550,1	60662
helmi				5940,39	3356,4	61144
maalis				6025,79	5246,2	61692
huhti				6084,39	6696,0	62198
touko				6131,04	7819,0	62699
kesä				6169,30	8749,8	63209
heinä				6198,57	9528,9	63653
elo				6232,14	10389,5	64176
syys				6277,63	11887,7	64688
loka				6329,22	13377,4	65167
marras				6398,56	15280,9	65684
joulu				6485,41	17657,4	66248
yhteensä	0,00	0,00	0,00	630,96	16107,30	5586

kk \ v	2001			2002		
	Lämpö [MWh]	vesimäärä [m ³]	kylmävesi [m ³]	Lämpö [MWh]	vesimäärä [m ³]	kylmävesi [m ³]
tammi	6556,49	20115,6	66770	7333,00	39884,0	72539
helmi	6673,19	22311,7	67233	7409,49	41863,9	72910
maalis	6767,95	25028,0	67767	7492,07	44102,9	73346
huhti	6826,43	26469,3	68313	7548,59	45904,2	73712
touko	6875,61	27624,7	68864	7593,13	47315,1	74156
kesä	6914,51	28467,7	69384	7620,05	48219,5	74527
heinä	6944,01	29067,4	69912	7646,91	49011,9	74918
elo	6974,25	29783,3	70501	7674,92	49829,5	75321
syys	7007,77	30779,1	70886	7718,21	51048,9	75669
loka	7059,73	32235,5	71298	7794,31	53038,9	76041
marras	7143,16	34880,0	71724	7883,01	55508,1	76384
joulu	7242,36	37347,5	72142	7998,77	58036,3	76786
yhteensä	685,87	17231,90	5372,00	665,77	18152,30	4247

kk \ v	2003			2004		
	Lämpö [MWh]	vesimäärä [m ³]	kylmävesi [m ³]	Lämpö [MWh]	vesimäärä [m ³]	kylmävesi [m ³]
tammi	8116,67	60513,0	77183	8854,06	80776,6	81874
helmi	8201,08	62616,3	77516	8946,32	82933,0	82255
maalis	8276,92	64599,2	77886	9029,31	85062,8	82666
huhti	8344,84	66476,2	78274	9090,38	86826,3	83088
touko	8390,99	67805,5	78693	9137,30	88249,5	83540
kesä	8424,13	68706,2	79053	9174,87	89403,4	83958
heinä	8451,31	69528,9	79437	9209,31	90380,7	84390
elo	8482,30	70503,7	79830	9243,64	91455,2	84808
syys	8524,52	71908,0	80214	9284,31	92688,5	85239
loka	8588,48	73921,3	80606	9351,03	94616,5	85717
marras	8661,81	76064,4	81019	9429,72	96646,8	86147
joulu	8747,59	78344,1	81455	9522,95	98952,2	86666
yhteensä	630,92	17831,10	4272,00	668,89	18175,60	4792

As. Oy Savonlinnan Mäntylä

Energiaseuranta

kk \ v	2005			2006		
	Lämpö [MWh]	vesimäärä [m ³]	kylmävesi [m ³]	Lämpö [MWh]	vesimäärä [m ³]	kylmävesi [m ³]
tammi	9612,20	1045,7	87178			
helmi	9699,11	3089,2	87532			
maalis	9792,85	5124,6	87923			
huhti	9850,61	6812,9	88308			
touko	9898,95	8332,8	88751			
kesä	9929,51	9373,4	89131			
heinä	9956,85	10300,2	89498			
elo	9984,64	11394,4	89878			
syys	19,54	12859,4	90240			
loka	74,36	14429,0	90623			
marras						
joulu						
yhteensä	-9612,20	-1045,70	-87178,00	0,00	0,00	0

kk \ v	2007			2008		
	Lämpö [MWh]	vesimäärä [m ³]	kylmävesi [m ³]	Lämpö [MWh]	vesimäärä [m ³]	kylmävesi [m ³]
tammi						
helmi						
maalis						
huhti						
touko						
kesä						
heinä						
elo						
syys						
loka						
marras						
joulu						
yhteensä	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0

kk \ v	2009			2010		
	Lämpö [MWh]	vesimäärä [m ³]	kylmävesi [m ³]	Lämpö [MWh]	vesimäärä [m ³]	kylmävesi [m ³]
tammi						
helmi						
maalis						
huhti						
touko						
kesä						
heinä						
elo						
syys						
loka						
marras						
joulu						
yhteensä	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0